EDISI REVISI 2017

ILMU PENGETAHUAN ALAM

SMP/MTs
KELAS
VIII
SEMESTER 1

Disklaimer: *Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini. Dalam rangka meningkatkan mutu buku, masyarakat sebagai pengguna buku diharapkan dapat memberikan masukan kepada alamat penulis dan/atau penerbit dan laman http://buku.kemdikbud.go.id atau melalui email buku@kemdibud.go.id.*

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
Ilmu Pengetahuan Alam/Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- .
Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.
xx, 324 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas VIII Semester 1
ISBN 978-602-282-314-8 (Jilid Lengkap)
ISBN 978-602-282-317-9 (Jilid 2a)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

507

Penulis : Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, I Wayan Dasna, Ardian A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari, Hamim T. Mahfudhillah, Alifa Robitah, Zenia L. Kurniawati, Fatia Rosyida, dan Mar'atus Sholihah.
Penelaah : Ana Ratna Wulan, Herawati Susilo, I Made Padri, Dadan Rosana, Enny Ratnaningsih, Maria Paristiowati, dan Ahmad Mudzakir.
Pe*review* : Farikhah A idah
Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.

Cetakan Ke-1, 2014 ISBN 978-602-1530-64-1 (Jilid 2)
Cetakan Ke-2, 2017 (Edisi Revisi)
Disusun dengan huruf Georgia, 12 pt.

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi peserta didik dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, beberapa mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi peserta didik SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi peserta didik SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas VIII SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (*platform*) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Program for International Student*

Assessment). Melalui penilaian internasional seperti ini kita dapat mengetahui kualitas pembelajaran IPA dibandingkan dengan negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat peserta didik terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak, dan bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, peserta didik diberanikan untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap peserta didik dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Februari 2017

Tim Penulis

Daftar Isi

Daftar Gambar

Gambar

Daftar Tabel

Tabel

Petunjuk Penggunaan Buku

Sebelum kamu menggunakan buku ini, kamu perlu membaca bagian petunjuk ini. Mengapa diperlukan? Ibarat kamu bermain di tempat wisata, kamu tentunya ingin memanfaatkan fasilitas yang ada di tempat wisata tersebut bukan? Tentunya, agar tujuan tersebut tercapai kamu akan membaca peta di mana fasilitas itu berada. Begitu juga dengan buku ini. Jika kamu ingin memperoleh manfaat yang maksimal dari buku ini tentu merupakan tindakan yang bijak jika kamu benar-benar memerhatikan dan memahami bagian petunjuk penggunaan buku ini. Selamat mempelajari!

Bagian ini merupakan awal dari setiap bab, berisi judul bab serta hal-hal yang ada di lingkungan yang terkait materi yang akan dipelajari.

1 Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar

Pernahkah kamu berpikir mengapa benda dapat bergerak? Apa yang menyebabkan benda dapat bergerak? Gerak seperti apa yang dilakukan oleh benda saat memperoleh gaya? Apakah lingkungan sekitar benda dapat memengaruhi gerak benda? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, ayo kita pelajari materi tentang gerak berikut ini dengan penuh semangat!

Pada bagian awal setiap bab kamu akan diajak untuk memikirkan ciptaan dan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa, agar kamu dapat meningkatkan keimanan, ketakwaan, dan hal-hal di lingkungan yang berkaitan dengan materi agar kamu tertarik untuk mempelajari materi yang akan disajikan.

Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena kita telah diberi tangan dan kaki, sehingga kita dapat dengan mudah mengambil barang-barang yang kita butuhkan atau bergerak menuju suatu tempat yang kita inginkan. Ketika kita bergerak menuju suatu tempat, tentu kita akan melintasi suatu lintasan dengan kecepatan tertentu dan memerlukan waktu tertentu pula. Tahukah kamu bagaimana hubungan antarketiganya? Pernahkah kamu berpikir bagaimana kaki dan tangan, maupun organ tubuhmu yang lain dapat bergerak? Agar mengetahuinya, ayo pelajari bab ini dengan penuh antusias!

Fitur ini memberikan gambaran pada kamu apa yang harus dikuasai setelah mempelajari bab yang berkaitan.

Fitur ini memberikan informasi istilah-istilah penting yang menjadi pokok pembahasan pada materi yang akan dipelajari.

Fitur ini memberikan landasan pentingnya mempelajari materi yang akan dipelajari.

Fitur ini memberikan panduan percobaan sederhana atau aktivitas untuk membantu kamu dalam memahami prinsip atau konsep. Aktivitas ini dapat dilakukan secara berkelompok di bawah bimbingan guru.

Fitur ini memberikan pengetahuan tambahan yang berkaitan dengan materi yang dipelajari. Banyak hal-hal unik dan menarik yang disajikan dalam fitur ini.

Fitur ini berisi pertanyaan yang menantang terkait materi yang dipelajari. Fitur ini juga dapat melatih kemampuan kamu dalam berpikir dan dapat memotivasi kamu untuk dapat mencari jawabannya.

Fitur ini berisi soal-soal atau pertanyaan untuk mengetahui tingkat pemahaman kamu terhadap sebagian kecil materi yang telah dipelajari.

Berbeda dengan ikan dan hewan yang hidup di dalam air, bebek dapat terapung di atas air karena memanfaatkan prinsip tegangan permukaan air. Tegangan permukaan merupakan peristiwa yang diakibatkan adanya gaya kohesi antarmolekul molekul air. Selain nyamuk, anggang-anggang juga memanfaatkan gaya tegangan permukaan untuk dapat bergerak di permukaan air. Perhatikan Gambar 1.43!

Fitur ini berisi uraian singkat konsep penting yang terkait dengan materi yang dipelajari.

Selain gerak siklosis pada sitoplasma suatu sel, carilah contoh gerak endonom yang lain bersama kelompokmu!

Fitur ini berisi tugas atau permasalahan yang perlu untuk dicari jawabannya atau untuk mencari pengetahuan tambahan terkait materi yang dipelajari

- Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan perpindahan merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda.
- Gerak lurus dibedakan menjadi dua, yaitu Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).
- Gerak Lurus Beraturan (GLB) terjadi apabila kecepatan gerak suatu benda konstan.
- Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) terjadi apabila suatu benda bergerak dengan percepatan yang konstan.
- Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda.
- Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan kontak langsung dengan benda yang dikenai.

Fitur ini berisi ringkasan materi dari bab yang telah dipelajari. Kamu dapat mereview keseluruhan materi yang telah dipelajari melalui fitur ini.

Setiap makhluk hidup diberikan kemampuan untuk bergerak oleh Tuhan Yang Maha Esa. Dengan bergerak, kamu dapat melakukan berbagai aktivitas. Tuhan sudah menunjukkan kekuasaan-Nya dengan memberi kemampuan bergerak pada makhluk hidup. Ternyata yang dapat melakukan gerak tidak hanya makhluk hidup saja, bahkan benda tak hidup pun dapat bergerak dengan menggunakan konsep gerak pada makhluk hidup. Contoh benda mati yang dapat bergerak dengan konsep pada makhluk hidup adalah pesawat terbang. Pesawat terbang dapat bergerak

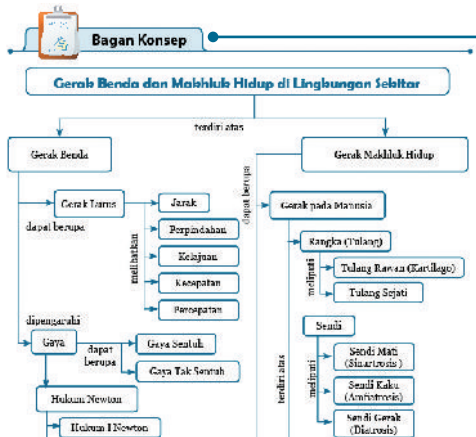
Fitur ini berisi hal-hal yang berhubungan dengan kebesaran Tuhan dan hal-hal yang perlu untuk dihayati dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Ayo, Kita Diskusikan

Saat mendekati lampu lalu lintas, mobil yang awalnya bergerak dengan kecepatan sebesar 72 km/jam (20 m/s) diperlambat hingga 0 km/jam dalam selang waktu 5 sekon dengan proses perubahan seperti dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Waktu dan Jarak Tempuh Mobil

Vo (m/s)	t (s)	V (m/s)

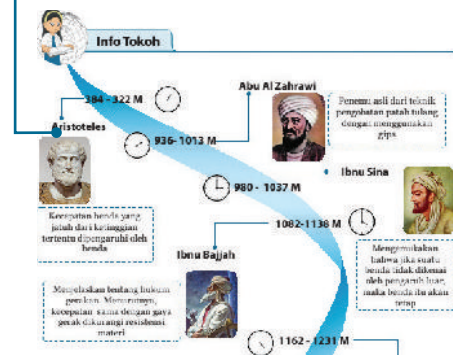
Fitur ini berisi suatu masalah yang berkaitan dengan konsep yang perlu untuk dipecahkan melalui kelompok. Fitur ini dapat melatih kamu dalam mengungkapkan pendapat atau berkomunikasi dan memecahkan masalah.

Fitur ini menjelaskan alur pemikiran bab yang telah dipelajari. Fitur ini dapat membantu kamu untuk melihat hubungan konsep-konsep yang telah dipelajari, serta dapat dijadikan panduan tentang konsep penting mana yang belum dipahami.

Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Salah satu fungsi sistem rangka adalah melindungi organ internal. Pada tubuh manusia tulang yang melindungi jantung dan paru-paru serta otak secara berturut-turut adalah tulang ....
   A. belakang dan rusuk
   B. rusuk dan tengkorak
   C. tengkorak dan rusuk
   D. belakang dan tengkorak

Fitur ini memberikan wawasan tentang para ilmuwan terdahulu yang telah berjasa dalam menyumbangkan ilmu pengetahuan terkait materi yang dibahas sekaligus sebagai motivasi bagi kamu untuk memperdalam ilmu.

Fitur ini berisi soal-soal untuk mengevaluasi pemahaman dan penerapan konsep dalam satu bab yang telah dipelajari.

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Kelainan atau Penyakit pada Sistem Gerak

- **Permasalahan**
  Saat ini banyak orang yang menderita kelainan atau penyakit pada sistem gerak. Tetapi belum ada kegiatan sosialisasi terkait upaya menjaga kesehatan sistem gerak. Sosialisasi dapat dilakukan dengan menyebarkan artikel ataupun poster. Melalui kegiatan sosialisasi diharapkan masyarakat mengetahui upaya untuk menjaga kesehatan sistem gerak.

- **Perencanaan**
1. Buatlah perencanaan untuk mencari satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu! Kamu dapat mencari informasi tersebut dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Pada kegiatan perencanaan tersebut kamu dapat menuliskan waktu dan tempat yang akan kamu kunjungi untuk mencari kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak.

Fitur ini berisi petunjuk aktivitas agar kamu dapat mengaplikasikan konsep-konsep dan memecahkan suatu permasalahan. Aktivitas ini dapat dilakukan secara berkelompok di bawah bimbingan guru.

Daftar Pustaka

Agarwal, V., Hans, N. dan Messerli, F.H., 2013. Effect of Allopurinol on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta Analysis, *The Journal of Clinical Hypertension*, 5(6). 135-112.

Axelrod, P. dkk. 2005. *"Physical Changes to Matter"*, dalam *Matter. Scientist in Residence Program.*

Berwald, J. dkk. 2007. *Focus on Life Science Grade 7.* Ohio : McGraw-Hill Companies.

Campbell, N.A., Reece. J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. 2008. *Biology 8th edition.* USA: Pearson Education, Inc.

Cullen, J. Tanpa tahun. *Student Laboratory Notebook 2nd Edition Junior Certificate Science Solutions.*

Dimitri, Paul. dkk. 2007. *Rickets.* Elsevier Ltd.

Dingrando, L. dkk. 2007. *Focus on Physical Science.* New York: McGraw-Hill Companies.

Dwidjoseputro. 1986. *Fisiologi Tumbuhan.* Jakarta: Erlangga.

Eddleman, S. 2007. CPO *Focus on Life Science.* New Hampsire: Delta

Fitur ini berisi daftar buku, artikel, atau sumber lain yang digunakan dalam pembuatan buku. Sumber-sumber tersebut dapat dibaca lebih lanjut jika ingin mendapatkan materi yang lebih mendalam.

Glosarium

A

Absorpsi Penyerapan bahan makanan
Airfoil Bentuk dari suatu sayap pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat (lift) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran udara
Akar tunggang Akar vertikal utama yang berkembang dari akar embrionik dan memunculkan akar cabang
Akar Organ tumbuhan vaskuler yang menambatkan dan memungkinkan tumbuhan untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah

Glosarium ini terdapat pada akhir buku, berisi penjelasan istilah-istilah penting yang ada dalam buku dan tersusun menurut abjad.

Indeks

Indeks ini terdapat pada akhir buku, berisi penjelasan daftar kata atau istilah penting yang terdapat dalam buku dan tersusun menurut abjad, yang memberikan informasi mengenai halaman kata atau istilah tersebut dapat ditemukan. Dengan menggunakan indeks, kamu dapat menemukan penjelasan suatu konsep dalam buku secara cepat.

Motivasi untuk Ananda

Ananda, pendidikan merupakan hal yang penting dalam perkembangan dan peradaban suatu bangsa. Setelah terjadi pengeboman di Hiroshima dan Nagasaki pada tahun 1945, tahukah Ananda, apa hal pertama yang dipertanyakan oleh Perdana Menteri Jepang pada saat itu? Pertanyaan pertama adalah berapa jumlah guru yang tersisa. Tahukah Ananda, bahwa setelah pengeboman tersebut, bangsa Jepang dengan cepat memperbaiki segala kerusakan dan terus berkembang, sehingga saat ini menjadi salah satu negara maju dan mampu menciptakan berbagai teknologi yang sudah menyebar ke seluruh penjuru dunia. Menurut Ananda, mengapa Perdana Menteri Jepang menanyakan mengenai jumlah guru? Tahukah Ananda, guru memiliki peran penting dalam hal perbaikan bangsa melalui pendidikan.

Pendidikan merupakan hal yang sangat penting dalam perkembangan dan kemajuan suatu bangsa. Di masa depan, Anandalah yang berperan lebih besar bagi kemajuan bangsa, melalui proses pendidikan saat ini. Ananda merupakan aktor dalam proses pendidikan. Oleh karena itu, bersungguh-sungguhlah dalam belajar. Mengapa belajar itu penting? Karena dengan belajar Ananda akan banyak mendapatkan pengetahuan dan ilmu, juga menambah keterampilan yang akan memperbanyak pengalaman Ananda. Jika Ananda telah memiliki banyak pengetahuan, ilmu, keterampilan, dan pengalaman, bagaimana selanjutnya? Ananda akan lebih mampu mengembangkan diri, mampu menciptakan inovasi-inovasi, dan tentunya Ananda akan dapat ikut berjuang dalam membangun bangsa Indonesia yang lebih maju dan sejahtera!

Selamat Belajar dan Berjuang Ananda!

1 Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar

Sumber: Dok. Kemdikbud

Pernahkah kamu berpikir mengapa benda dapat bergerak? Apa yang menyebabkan benda dapat bergerak? Gerak seperti apa yang dilakukan oleh benda saat memperoleh gaya? Apakah lingkungan sekitar benda dapat memengaruhi gerak benda? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, ayo kita pelajari materi tentang gerak berikut ini dengan penuh semangat!

Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena kita telah diberi tangan dan kaki, sehingga kita dapat dengan mudah mengambil barang-barang yang kita butuhkan atau bergerak menuju suatu tempat yang kita inginkan. Ketika kita bergerak menuju suatu tempat, tentu kita akan melintasi suatu lintasan dengan kecepatan tertentu dan memerlukan waktu tertentu pula. Tahukah kamu bagaimana hubungan antarketiganya? Pernahkah kamu berpikir bagaimana kaki dan tangan, maupun organ tubuhmu yang lain dapat bergerak? Agar mengetahuinya, ayo pelajari bab ini dengan penuh antusias!

A. Konsep Gerak

Ayo, Kita Pelajari

- Gerak lurus
- Gaya
- Hukum Newton

Istilah Penting

- Gerak
- Gerak lurus
- Jarak
- Perpindahan
- Kecepatan
- Kelajuan
- Gaya

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep dasar tentang gerak dan aplikasinya dalam kehidupan.

Tahukah kamu bagaimana suatu benda dikatakan bergerak? Benda dapat dikatakan bergerak apabila mengalami perubahan posisi dari suatu titik acuan. Benda yang bergerak akan melalui suatu lintasan tertentu. Lintasan dapat berupa lintasan yang lurus, melingkar atau parabola, ataupun tidak beraturan. Namun, pada bagian ini kita akan mempelajari bagaimana gerak benda pada lintasan yang lurus. Benda yang bergerak pada suatu lintasan yang lurus, melibatkan waktu, jarak, dan kecepatan. Bagaimana hubungan antara jarak dengan waktu? Bagaimana hubungan antara kecepatan dengan waktu? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!

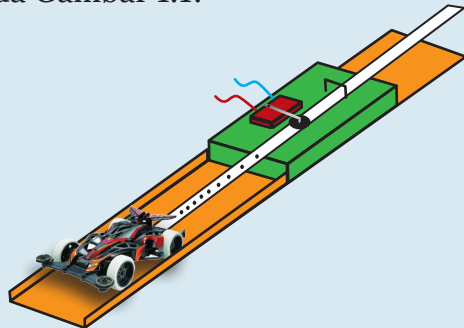
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.1 Percobaan Gerak Lurus (GLB)

Apa yang kamu perlukan?

1. Mobil mainan
2. Mistar
3. *Ticker timer*
4. Pita kertas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 1.1!
2. Operasikan *ticker timer*!
3. Nyalakan mesin mobil mainan kemudian lepaskan hingga menarik pita!
4. Ukurlah jarak antartitik yang terbentuk kemudian catat data tersebut pada tabel pengamatan yang kamu buat!

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 1.1 Set Percobaan *Ticker Timer*

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Pada percobaan yang kamu lakukan, bagaimana prinsip kerja rangkaian percobaan tersebut? Apa fungsi *ticker timer* dalam percobaan tentang GLB tersebut?
2. Buatlah grafik hubungan antara jarak (sebagai sumbu-y) dengan waktu (sebagai sumbu-x)!
3. Buatlah grafik hubungan antara kecepatan (sebagai sumbu-y) dengan waktu (sebagai sumbu-x)!
4. Berdasarkan grafik yang telah kamu buat, a) bagaimanakah hubungan antara jarak dan waktu? b) bagaimana hubungan antara kecepatan gerak mobil dengan waktu?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

1. Gerak Lurus

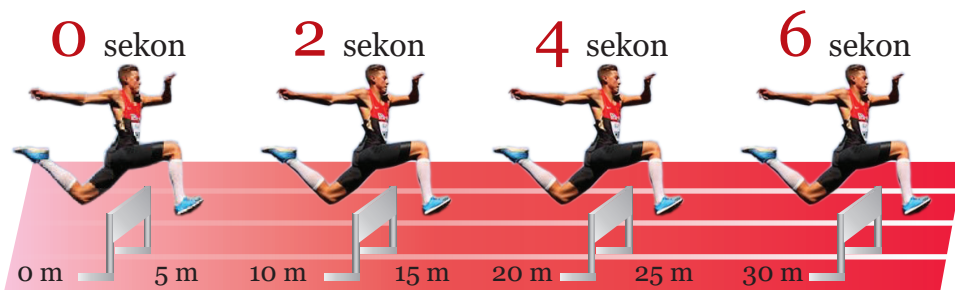
Sebelum kamu mempelajari gerak lurus, perhatikan Gambar 1.2! Coba hitung berapa besar jarak dan perpindahan yang kamu lakukan saat melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah dan dari sekolah kembali ke rumah!

Sumber: Dok. Kemdikbud

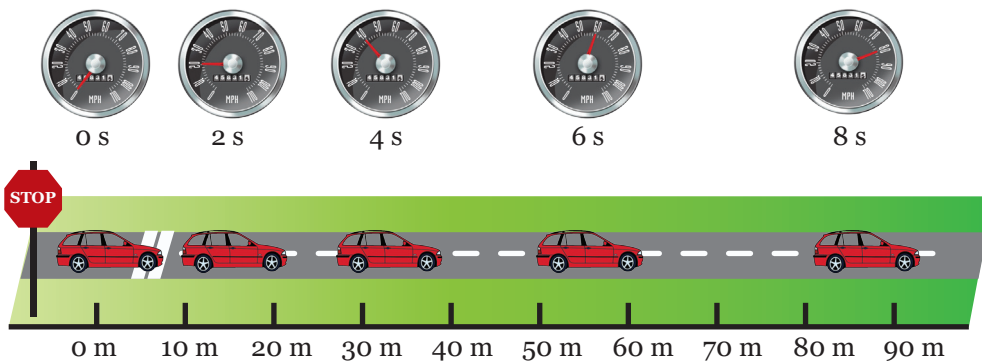
Gambar 1.2 Ilustrasi Jarak Rumah ke Sekolah

Setiap hari kamu berangkat dari rumah ke sekolah kemudian kembali lagi ke rumah. Misalnya, jika diukur jarak rumah ke sekolah 2 km, maka jarak tempuh yang kamu lakukan setiap hari adalah 4 km. Namun perpindahan yang kamu lakukan bernilai nol km. Mengapa demikian? Ada perbedaan makna antara jarak dan perpindahan. Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan perpindahan merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda, atau dengan kata lain perpindahan merupakan jarak lurus resultan dari posisi awal sampai posisi akhir.

Sekarang pikirkan perjalanan saat kamu pergi dari rumah ke sekolah. Apakah kendaraan yang kamu tumpangi melaju dengan kecepatan tetap? Bagaimana kamu dapat mengukur besar kecepatan kendaraan yang kamu tumpangi? Perhatikan Gambar 1.3! Pada tersebut tampak seorang atlet yang bergerak lurus beraturan mampu

menempuh jarak 30 meter dalam waktu 6 sekon. Dengan kata lain, atlet tersebut mampu menempuh jarak 5 meter setiap sekonnya. Kemampuan atlet dalam menempuh jarak (s) tertentu setiap sekonnya (t) disebut sebagai kelajuan atau secara matematis dapat ditulis: $v = \frac{s}{t}$.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.3 Jarak dan Waktu Tempuh Seorang Atlet yang Sedang Berlari

Tahukah kamu bagaimana cara mengukur kelajuan kendaraan bermotor? Apakah benar dengan menggunakan *speedometer*? Ternyata, *speedometer* yang ada di kendaraan tidak mengukur kecepatan gerak, tetapi mengukur kelajuan. Perhatikan Gambar 1.4!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.4 Perubahan Kelajuan pada Mobil yang Sedang Melaju

Angka yang ditunjukkan pada *speedometer* selalu berubah-ubah. Hal ini menunjukkan kelajuan sesaat mobil yang sedang bergerak. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapatkah kamu mendefinisikan

apa yang dimaksud dengan kelajuan sesaat? Berdasarkan Gambar 1.4 dapatkah kamu menentukan kelajuan sesaat mobil pada saat 2 sekon, 4 sekon, dan 8 sekon?

Pada mobil tertentu, biasanya dilengkapi oleh alat yang disebut dengan *Global Positioning System* (GPS) untuk menginformasikan posisi, kecepatan, arah, dan waktu secara akurat. Perhatikanlah Gambar 1.5, terlihat pada GPS mobil melaju dengan kelajuan yang tetap, yaitu 20 m/s atau 72 km/jam. Tahukah kamu apa artinya?

Sumber: Dok. Kemdikbud

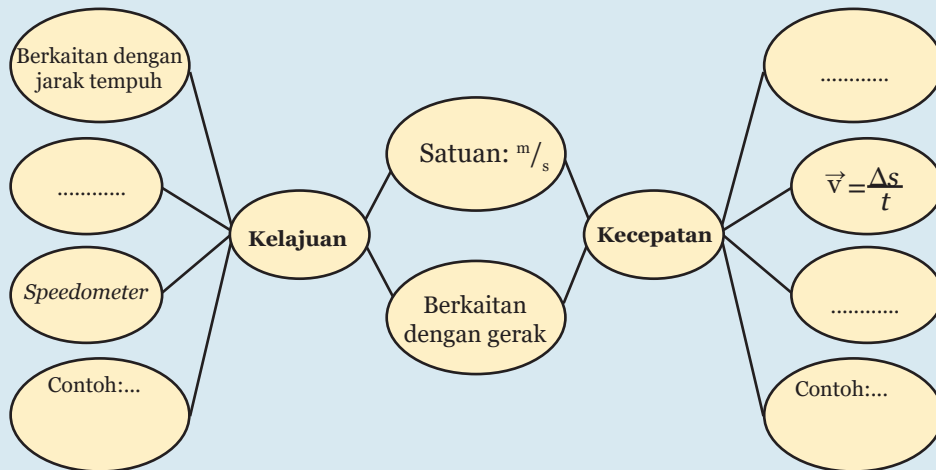
Gambar 1.5 *Global Positioning System* (GPS) pada Mobil

Jika kelajuan mengukur jarak tempuh, maka kecepatan mengukur perpindahan (Δs, dengan Δ adalah perubahan/selisih) gerak benda tiap satuan waktu (t).

$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{t}$$

Meskipun kelajuan dan kecepatan memiliki definisi konsep yang berbeda, namun pada Gerak Lurus Beraturan (GLB) besar kecepatan dan kelajuan memiliki nilai, simbol (v), serta satuan yang sama (m/s).

Ayo, Kita Selesaikan

1. Lengkapi *double bubble map* tentang perbedaan antara kelajuan dengan kecepatan berikut!

2. Perhatikan tabel di bawah ini!

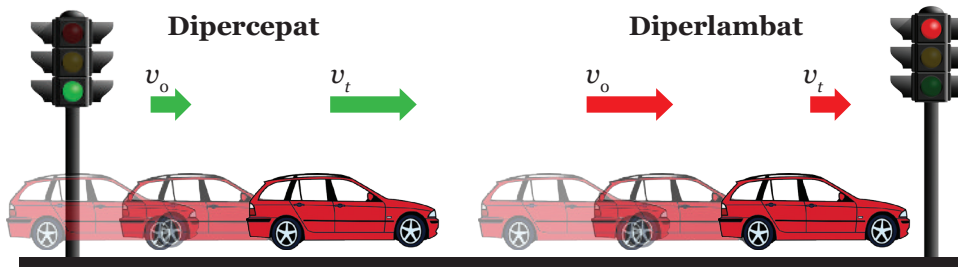
Tabel 1.1 Waktu dan Jarak Tempuh Bersepeda

Waktu (sekon)	Jarak (meter)
0	0
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10

Tabel 1.1 tersebut menunjukkan besarnya jarak dan waktu yang diperlukan sepeda untuk bergerak. Coba gunakan rumus kelajuan dan percepatan untuk menghitung:

a. Kelajuan sepeda pada sekon ke-2
b. Kelajuan sepeda pada sekon ke-4
c. Kelajuan sepeda pada sekon ke-5
d. Percepatan yang dialami sepeda

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari gerak sepeda tersebut?

Saat melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah, kendaraan yang kamu tumpangi akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah tiap waktu. Perhatikan Gambar 1.6!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.6 Perubahan Kecepatan Mobil Saat Menjauhi Lampu Hijau dan Mendekati Lampu Merah

Gambar 1.6 menunjukkan mobil yang sedang bergerak menjauhi lampu lalu lintas akan dipercepat, sedangkan saat mendekati lampu lalu lintas akan diperlambat. Percepatan atau perlambatan mobil tersebut dengan mudah dapat diamati dari adanya perubahan besar kelajuan mobil yang ditunjukkan oleh jarum *speedometer* atau angka yang muncul pada GPS. Secara matematis, percepatan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ dengan } \Delta v = v_t - v_o$$

dengan:

a = percepatan (m/s^2)
Δv = perubahan kecepatan (m/s)
Δt = perubahan waktu (s)
v_t = kecepatan akhir (m/s)
v_o = kecepatan awal (m/s)

Ayo, Kita Diskusikan

Saat mendekati lampu lalu lintas, mobil yang awalnya bergerak dengan kecepatan sebesar 72 km/jam (20 m/s) diperlambat hingga 0 km/jam dalam selang waktu 5 sekon dengan proses perubahan seperti dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Waktu dan Jarak Tempuh Mobil

v_o (m/s)	t (s)	v_t (m/s)
20	0	20
	1	16
	2	12
	3	8
	4	4
	5	0

Berapakah perubahan kecepatan mobil dalam setiap sekon? Coba diskusikan dengan teman sebangkumu!

Setelah melakukan diskusi, apakah kamu telah menemukan besarnya perubahan kecepatan dalam setiap sekon? Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1.2 dapat diketahui besar perlambatan mobil sebesar 4 m/s². Nilai tersebut diperoleh dari:

v_o = 72 km/jam = 20 m/s

v_t = 0 km/jam = 0 m/s

Δt = 5 s

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(20 - 0)}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

Karena perubahan kecepatan mobil dalam setiap sekon selalu tetap, maka percepatan gerak mobil adalah tetap sehingga mobil tersebut bergerak lurus berubah beraturan (GLBB).

Percepatan benda tidak hanya berlaku pada kendaraan yang sedang bergerak secara horizontal, tetapi juga pada benda yang bergerak secara vertikal. Semua benda yang ada di permukaan bumi mengalami gaya gravitasi bumi. Gaya gravitasi yang dimaksud adalah gaya tarik benda oleh bumi sehingga benda mengalami percepatan konstan yaitu sebesar 9,8 m/s² (percepatan gravitasi). Untuk memudahkan dalam perhitungan, percepatan gravitasi bumi dibulatkan menjadi 10 m/s².

Ayo, Kita Selesaikan

1. Sebuah mobil yang mula-mula diam bergerak dipercepat beraturan hingga kecepatannya menjadi 72 km/jam setelah bergerak selama 30 sekon. Percepatan yang dialami mobil tersebut adalah ....
2. Buah kelapa yang sudah tua dan matang jatuh dari pohonnya. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2, berapakah kecepatan buah kelapa setelah jatuh selama 3 sekon?

2. Gaya

Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda. Misalnya pada plastisin, kamu dapat melempar plastisin, menghentikan lemparan (menangkap) plastisin, atau bahkan mengubah bentuk plastisin dengan memberikan gaya. Tahukah kamu, gaya apakah yang diberikan pada plastisin tersebut? Ada berapa jenis gaya yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari?

Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. Misalnya, seseorang hendak memanah dengan menarik mata panah ke arah belakang (Gambar 1.7a). Gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya gesek selalu berlawanan arah dengan gaya yang diberikan pada benda. Contohnya adalah gaya gesekan antara meja dengan lantai. Meja yang didorong ke depan akan bergerak ke depan, namun pada waktu yang bersamaan meja juga akan mengalami gaya gesek yang arahnya berlawanan dengan arah gerak meja.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.7 Contoh (a) Seseorang Hendak Memanah, (b) Peserta Didik sedang Mendorong Meja

Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan sentuhan langsung dengan benda yang dikenai. Contohnya seperti saat kita mendekatkan ujung magnet batang dengan sebuah paku besi. Seketika paku besi akan tertarik dan menempel pada magnet batang. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pengaruh gaya magnet yang ditimbulkan magnet batang. Selain gaya magnet, gaya gravitasi pada orang yang sedang terjun payung juga merupakan contoh gaya tak sentuh. Lebih lanjut tentang gaya dan interaksinya terhadap gerak benda akan dibahas pada pembahasan tentang Hukum Newton tentang gerak.

3. Hukum Newton

a. Hukum I Newton

Coba pikirkan, mengapa saat berada di dalam bus yang sedang melaju kencang dan tiba-tiba bus direm badan kita akan terdorong ke depan? Mengapa pada saat berada di dalam mobil kita perlu mengenakan sabuk pengaman? Sebelum mempelajari Hukum I Newton, lakukanlah aktivitas berikut ini!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.2 Sifat Kelembaman Suatu Benda

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 lembar kertas HVS
2. 1 buah gelas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan selembar kertas di atas meja, kemudian letakkan gelas di atas kertas tersebut (seperti pada Gambar 1.8)!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.8 Set Percobaan Kelembaman Suatu Benda

2. Tariklah kertas secara horizontal dengan perlahan. Amati apa yang terjadi pada gelas dan ulangi hingga 3 kali!
3. Tariklah kertas secara horizontal dengan sekali hentakan yang cepat! Amati peristiwa yang terjadi pada gelas dan ulangi hingga 3 kali!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimana keadaan gelas pada perlakuan nomor 2?
2. Bagaimana keadaan gelas pada perlakuan nomor 3?
3. Apa yang mengakibatkan perbedaan keadaan gelas akibat perlakuan nomor 2 dan 3?
4. Berapa besar resultan gaya pada benda diam?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Pada percobaan sifat kelembaman suatu benda, kamu menemukan fakta bahwa gelas akan tetap diam saat kertas ditarik dengan cepat secara horizontal. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa benda memiliki kecenderungan untuk tetap mempertahankan keadaan diam atau geraknya dengan kecepatan tetap yang disebut sebagai inersia atau kelembaman benda.

Contoh lain yang menunjukkan inersia benda adalah saat kamu berada di dalam sebuah mobil yang sedang melaju kencang kemudian tiba-tiba di rem. Badan kamu akan terdorong ke depan karena badan ingin mempertahankan geraknya ke depan. Peristiwa tersebut yang pada akhirnya memunculkan ide teknologi sabuk pengaman yang dipasang di kendaraan bermotor, khususnya mobil. Perhatikan Gambar 1.9!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.9 Sabuk Pengaman Wajib Digunakan saat Berada di dalam Mobil yang Sedang Melaju

Newton menyatakan sifat inersia benda bahwa benda yang tidak mengalami resultan gaya ($\sum F=0$) akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan. Hal ini selanjutnya dikenal dengan Hukum I Newton.

b. Hukum II Newton

Sebelum mempelajari Hukum II Newton, lakukanlah kegiatan berikut ini!

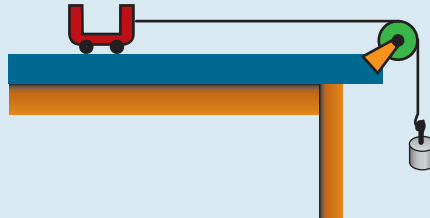
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.3 Percobaan Hukum II Newton

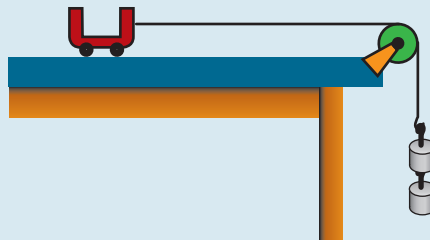
Apa yang kamu perlukan?

1. 2 buah beban 100 gram
2. 1 katrol
3. Tali 2 meter
4. 1 kereta

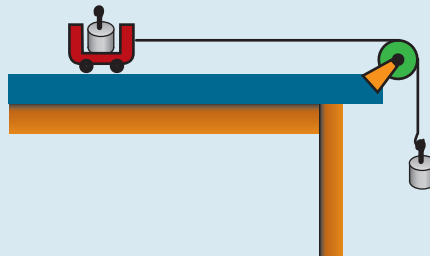
Apa yang harus kamu lakukan?

1. Percobaan I: rangkailah kereta, katrol, tali, dan beban (100 g) seperti Gambar 1.10!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.10 Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban 100 g

2. Amati gerak kereta!
3. Percobaan II: tambahkan beban (2 × 100 g) pada rangkaian percobaan seperti pada Gambar 1.11!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.11 Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban 2 × 100 g

4. Amati gerak kereta!
5. Percobaan III: pindahkan salah satu beban (100 g) yang menggantung, ke atas kereta seperti pada Gambar 1.12!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.12 Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Salah Satu Beban di atas Kereta

6. Amati percepatan gerak kereta!

Data Hasil Percobaan

Tabel 1.3 Hasil Percobaan Hukum II Newton

No Percobaan	*F* = Berat Beban yang Digantung (N)	*m* = Massa Kereta + Massa Beban (kg)	Percepatan Kereta
I			
II			
III			

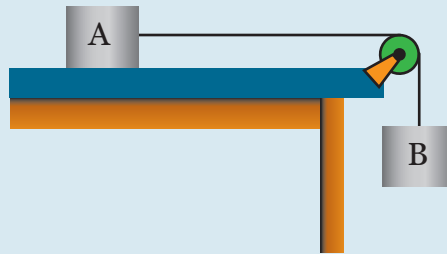
Keterangan: untuk menuliskan data percepatan kereta dapat diurutkan dari yang tercepat (1), cepat (2), dan kurang cepat (3).

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apa yang memengaruhi perbedaan besar percepatan pada percobaan II dan III?
2. Bagaimana hubungan antara gaya (berat beban yang digantung) dengan percepatan sistem berdasarkan percobaan II dan III?
3. Apa yang memengaruhi perbedaan besar percepatan sistem pada percobaan I dan III?
4. Bagaimana hubungan antara massa total (massa kereta + massa beban) dengan percepatan kereta berdasarkan percobaan I dan III?
5. Seorang pemain sepatu roda yang massanya 50 kg meluncur dengan percepatan 4 m/s^2 pada saat resultan gayanya 200 N. Bagaimanakah gerakan pemain sepatu roda jika mengalami perubahan kecepatan seperti dalam Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Hubungan antara Massa dan Percepatan

Gaya (N)	Massa (kg)	Percepatan (m/s^2)
200	50	4
100	50	
100	25	
	25	2
200		5

6. Balok A dan B dihubungkan dengan menggunakan tali dan katrol seperti pada Gambar 1.13.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.13 Rangkaian Balok, Katrol, dan Tali

Jika massa balok A sama dengan massa balok B ($m_A = m_B = m$), pilihlah jawaban yang benar dari masing-masing pertanyaan di bawah ini! (Lingkari jawaban yang benar)

a. Massa sistem (A + B) adalah
   [*m*] [2 *m*]
b. Gaya yang bekerja pada sistem adalah berat balok
   [A] [B] [A+B]
c. Gaya berat balok B adalah
   $\left[\frac{mg}{2}\right]$ **[*mg*] [2 *mg*]**
d. Besar percepatan sistem adalah
   [kurang dari *g*] [*g*] [lebih besar dari *g*]

Ingat! Bahwa *g* adalah percepatan gravitasi bumi yang besarnya adalah 10 m/s².

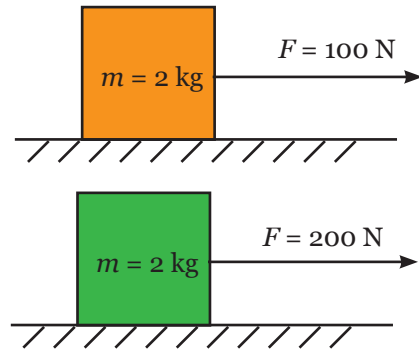
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan tentang Hukum II Newton?

Percobaan tersebut membuktikan bahwa percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya atau dapat dirumuskan:

$$a \approx \frac{\sum F}{m}$$

Di dalam kehidupan sehari-hari kita sering menemui fakta bahwa pada saat memindahkan balok (Gambar 1.14), akan lebih cepat jika gaya yang dikenakan semakin besar. Hal ini dikarenakan gaya berbanding lurus dengan percepatan. Jadi, dengan gaya yang besar maka akan didapatkan percepatan yang lebih besar juga.

Contoh lainnya adalah saat memindahkan meja yang ringan akan lebih cepat daripada memindahkan lemari yang berat jika kita menggunakan besar gaya dorong yang sama. Hal ini disebabkan massa meja yang lebih kecil daripada massa lemari dan massa berbanding terbalik dengan percepatan benda. Semakin kecil massa benda, maka semakin besar percepatan benda tersebut.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 1.14 Benda yang Ditarik dengan Gaya Tertentu

c. Hukum III Newton

Pernahkah kamu berpikir, bagaimana sebuah roket dapat meluncur ke angkasa? Roket yang terdorong ke atas diakibatkan oleh semburan gas ke bawah. Perhatikan Gambar 1.15! Semakin kuat semburan gas ke bawah, maka roket akan semakin cepat terdorong ke atas. Berdasarkan fakta tersebut, apa yang sebenarnya terjadi pada roket yang sedang diluncurkan? Gaya-gaya apa saja yang memengaruhi gerak roket tersebut? Apakah gaya-gaya pada gerak roket saat pertama kali diluncurkan sama seperti gaya-gaya roket saat sudah lepas dari landasannya? Untuk memahami secara rinci mengenai gerak roket, ayo diskusikan pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

Sumber: Hans. 2013
Gambar 1.15 Roket

Ayo, Kita Diskusikan

1. Perhatikan contoh yang terdapat pada Gambar 1.16! Disajikan pasangan gaya aksi – reaksi yang ditunjukkan dengan menggunakan anak panah (vektor gaya) dan keterangan gaya aksi reaksi yang bekerja pada benda. Tugasmu adalah menggambarkan anak panah untuk gaya reaksi dan menuliskan keterangan gaya reaksi yang bekerja, pada benda a sampai dengan c dan menggambarkan 2 contoh tambahan pada poin d dan e.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.16 Pasangan Gaya Aksi dan Reaksi

2. Sebuah balok diletakkan di atas meja seperti pada Gambar 1.17. Balok diam dan memiliki berat sebesar 1 N.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.17 Gaya yang Bekerja pada Balok yang Terletak di Atas Meja

dengan:

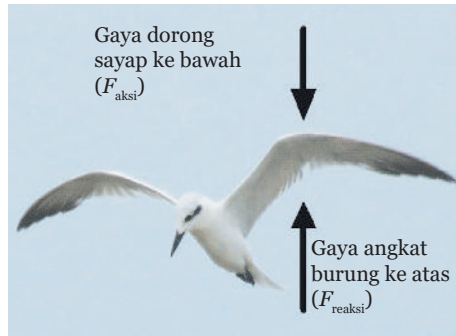
w = gaya pada balok oleh bumi
w' = gaya pada bumi oleh balok
F = gaya luar pada balok berupa gaya tarik
f = gaya gesek pada balok oleh meja
N = gaya normal pada balok oleh meja
N' = gaya normal pada meja oleh balok

Berdasarkan gambar tersebut pilihlah jawaban yang benar dari pertanyaan-pertanyaan berikut! (Lingkari jawaban yang benar)

a. Gaya berat (w) balok sebesar 1 N disebabkan oleh:
   [bumi]   [lantai]
b. Lantai menahan balok dengan gaya normal N dan arah yang berlawanan dengan w. Besar N adalah:
   [sama dengan *w*]   [kurang dari *w*]   [lebih dari *w*]
c. Karena balok berada pada keadaan seimbang (diam), maka total gaya yang bekerja pada balok adalah:
   [nol]   [tidak sama dengan nol]
d. Nilai N sama dengan w dan N berlawanan arah dengan w, maka N dan w merupakan **[pasangan gaya aksi – rekasi] [bukan merupakan pasangan gaya aksi – reaksi]**. Hal tersebut dikarenakan pasangan gaya aksi – reaksi selalu bekerja pada **[satu benda yang sama] [dua benda yang berbeda]** dan dapat dilihat bahwa N dan w **[keduanya bekerja pada benda yang sama] [keduanya bekerja pada benda yang berbeda]**.

Hukum III Newton menyatakan bahwa ketika benda pertama mengerjakan gaya (F_{aksi}) pada benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya (F_{reaksi}) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau $F_{aksi}=-F_{reaksi}$. Jadi gaya aksi reaksi selalu bekerja pada dua benda yang berbeda dengan besar yang sama. Contoh gaya aksi dan reaksi tersebut misalnya pada peristiwa orang berenang. Gaya aksi dari tangan perenang ke air mengakibatkan gaya reaksi dari air ke tangan dengan besar gaya yang sama namun arah gaya berlawanan, sehingga orang tersebut akan terdorong ke

depan meskipun tangannya mengayuh ke belakang. Karena massa air jauh lebih besar daripada massa orang, maka percepatan yang dialami orang akan jauh lebih besar daripada percepatan yang dialami air. Hal ini mengakibatkan orang tersebut akan melaju ke depan.

Tahukah kamu bahwa gerak burung terbang dapat dijelaskan dengan menggunakan hukum III Newton. Perhatikan Gambar 1.18! Burung mengepakkan sayap ke belakang untuk memberikan gaya aksi ke udara. Udara yang massanya jauh lebih besar daripada burung, memberi gaya reaksi yang nilainya sama besar dengan gaya aksi namun berlawanan arah, sehingga mengakibatkan burung dapat melaju kencang ke depan. Lalu bagaimana gerakan burung di tempat yang hampa udara? Coba pikirkan apa yang akan terjadi pada burung, diskusikan dengan temanmu! Untuk lebih memahami konsep yang ada pada Hukum I, II, dan III Newton, lakukan kegiatan berikut bersama teman-temanmu.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.18 Gaya yang Bekerja pada Saat Burung Terbang

Ayo, Kita Diskusikan

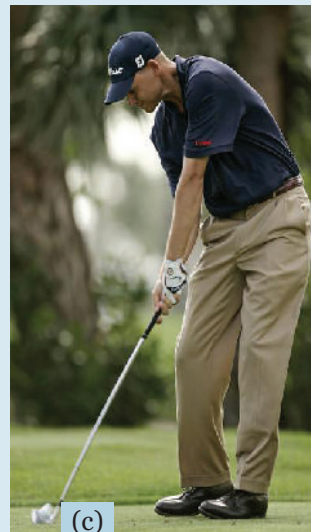
1. Lengkapi Tabel 1.5 berikut dengan analisis peristiwa-peristiwa yang tertera pada tabel. Centang apakah pertistiwa tersebut merupakan penerapan dari Hukum I, II, atau III Newton, kemudian tuliskan alasanmu pada kolom alasan dengan baik dan benar!

Tabel 1.5 Hubungan Hukum Newton dengan Peristiwa Sehari-hari

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
1	Dua ekor kijang yang saling beradu kekuatan terpental akibat saling mendorong satu sama lain.				

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
2	Dua ekor badak jantan yang bermassa sama melakukan adu kekuatan untuk memperebutkan daerah kekuasaan. Keduanya saling mendorong dengan gaya yang sama, sehingga tidak ada satupun badak yang bergeser dari posisinya.				
3	Seekor anak badak bermain-main dengan induknya. Anak badak tersebut terpental ke belakang karena mencoba mendorong induknya dengan kuat.				
4	Seekor harimau jantan mendorong anak kijang dengan kekuatan penuh hingga terpental jauh.				
5	Seekor elang terbang bebas di udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke bawah. Kecepatan udara yang lebih cepat di bagian atas sayap mengakibatkan elang tersebut terangkat ke atas.				
6	Seekor gajah betina mendorong anaknya ke sungai untuk minum. Gajah betina tersebut mendorong anaknya dengan hati-hati karena massa tubuhnya yang jauh lebih besar daripada massa tubuh anaknya.				
7	Seekor ikan berenang di dalam air dengan cara menggerakkan siripnya ke belakang.				
8	Seekor jerapah jantan memiliki kepala yang besar untuk menyerang jerapah jantan lainnya saat dewasa.				

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
9	Seekor kuda berlari dengan kecepatan konstan sambil membawa sebuah paket di punggungnya. Secara tiba-tiba kambing tersebut berhenti sehingga terlempar ke depan.				
10	Seorang joki kuda mengikuti kompetisi final berkuda. Di-menit terakhir kuda yang ditungganginya berhenti secara tiba-tiba, sehingga joki tersebut terpental ke depan.				

2. Jelaskan penerapan Hukum Newton pada kegiatan olahraga seperti basket, golf, senam lantai, sepak bola, dan lain-lain!

Sumber: (a) lh5.ggpht.com, (b) espn.go.com, (c) golftips.golfsmith.com

Gambar 1.19 Berbagai Jenis Olahraga, (a) Sepak Bola, (b) Basket, (c) Golf

Setelah kamu mempelajari mekanisme benda yang bergerak dan gaya-gaya yang berlaku di dalamnya, pernahkah kamu berpikir bagaimana tubuh kita dapat melakukan gerak? Agar lebih memahaminya, ayo palajari materi berikut ini dengan saksama!

B. Sistem Gerak Manusia

Ayo, Kita Pelajari

- Rangka, sendi, dan otot
- Gangguan atau kelainan pada sistem gerak dan upaya mencegah serta mengatasinya

Istilah Penting

- Sistem rangka
- Osteoblas
- Osteosit
- Osifikasi
- Sendi
- Tulang
- Otot

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami organ-organ yang berperan dalam sistem gerak, sehingga kamu dapat menjaganya dengan baik.

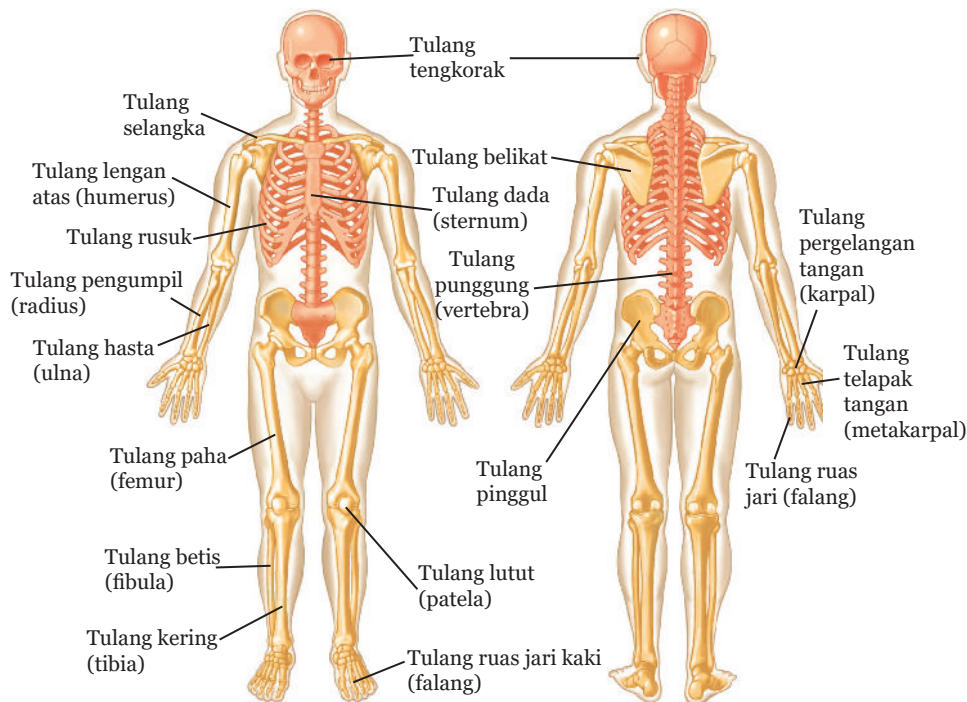
1. Rangka

a. Rangka

Coba amati teman yang sedang duduk di sebelah kamu! Mengapa tubuh teman kamu itu dapat duduk dengan tegak? Apa yang membuat tubuhnya seperti itu? Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut, perhatikan Gambar 1.20!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.20 Tenda dan Kerangkanya

Apabila kamu memerhatikan Gambar 1.20, seandainya kain tenda diibaratkan sebagai otot sedangkan tiang tenda diibaratkan sebagai rangka, dapatkah kamu menyebutkan fungsi dari rangka? Perhatikan Gambar 1.21!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.21 Sistem Rangka Manusia

Setelah mencermati Gambar 1.21, kamu dapat mengetahui bahwa pada tubuh manusia terdapat banyak sekali jenis tulang. Misalnya, pada anggota tubuh bagian tangan terdapat 6 jenis tulang, yaitu tulang lengan atas (*humerus*), tulang pengumpil (*radius*), tulang hasta (*ulna*), tulang pangkal telapak tangan (karpal), tulang ruas jari (*falang*), dan tulang telapak tangan (*metakarpal*). Apabila dihitung, jumlah seluruh tulang tubuh manusia dewasa terdiri dari 206 tulang. Secara umum, ada empat fungsi utama tulang bagi tubuh, yaitu sebagai berikut.

1. Memberikan bentuk pada tubuh dan menopang tubuh kita.
2. Melindungi organ dalam, misalnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak.
3. Tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif sehingga dapat menggerakkan tulang.
4. Pada jenis tulang tertentu, seperti tulang paha (*femur*) tulang juga berfungsi sebagai tempat pembentukan sel darah. Sel darah dibentuk di bagian sumsum tulang, yaitu jaringan lunak yang terdapat di bagian tengah tulang.

1) Struktur Tulang

Pernahkah kamu melihat tulang paha ayam? Apakah bentuk tulang tersebut seperti pada Gambar 1.22? Apabila kita perhatikan, ternyata struktur tulang tidak halus, melainkan terdapat benjolan pada bagian ujungnya, berbentuk bulat serta terdapat titik-titik kasar pada bagian ujung, terdapat lekukan, tonjolan, dan lubang. Masing-masing bagian ini mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Lekukan dan tonjolan berfungsi sebagai tempat menempelnya otot. Lubang berfungsi sebagai tempat keluar masuknya pembuluh darah dan saraf.

Sumber: Shier *et al.* 2010

Gambar 1.22 Struktur Tulang Manusia

Permukaan tulang ditutupi oleh membran yang menempel dengan kuat, membran itu disebut periosteum. Pada periosteum terdapat pembuluh-pembuluh darah kecil yang berfungsi membawa zat-zat makanan ke dalam tulang. Membran ini juga penting dalam pertumbuhan dan perbaikan tulang. Pada bagian bawah periosteum terdapat tulang kompak atau disebut juga tulang keras, yaitu suatu lapisan tulang yang keras dan kuat. Tulang kompak mengandung sel-sel tulang, pembuluh-pembuluh darah, zat kapur dan fosfor, serta serabut elastis. Kerasnya tulang disebabkan karena tulang mengandung zat kapur dan fosfor. Sedangkan serabut-serabut elastis mempertahankan tulang agar tetap kuat, tidak mudah rapuh atau patah.

Tulang spons dalam tulang pipa atau tulang panjang terdapat di daerah ujung tulang. Tulang spons kurang kompak dan mempunyai banyak ruang-ruang kecil terbuka yang membuat tulang menjadi ringan. Tulang panjang mempunyai lubang atau saluran yang besar. Saluran-saluran itu terdapat di tengah tulang panjang dan diisi oleh jaringan berlemak yang disebut sumsum. Sumsum merah tulang berada di daerah tulang panjang bagian ujung di antara tulang spons, sedangkan sumsum kuning berada di tulang panjang bagian tengah dan sebagian besar berisi lemak. Pada orang sehat, sumsum tulang

merah menghasilkan sel-sel darah merah dengan kecepatan sampai tiga juta sel per sekon. Sel-sel darah putih juga dihasilkan di dalam sumsum tulang, tetapi lebih sedikit jumlahnya.

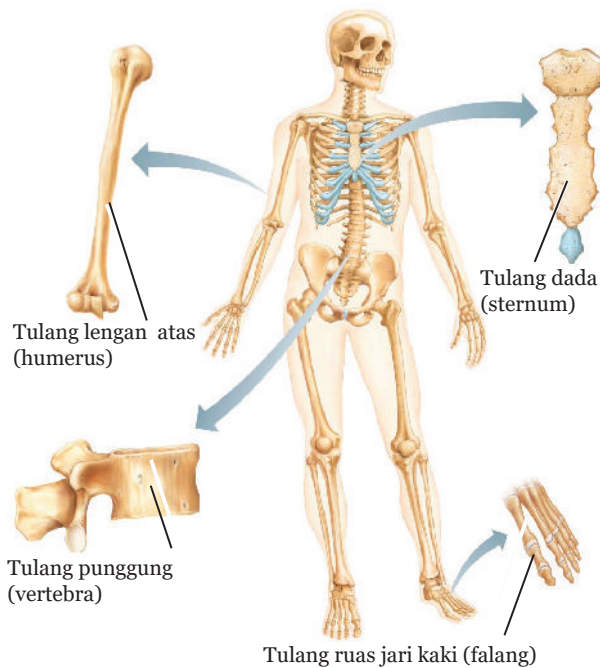
Ujung tulang panjang ditutup dengan suatu lapisan jaringan tebal, lunak dan lentur, yang disebut dengan tulang rawan (*kartilago*). Tulang rawan tersusun atas sel-sel yang dikelilingi oleh matriks protein yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Selain di ujung-ujung tulang panjang, tulang rawan juga dapat ditemukan di ujung-ujung tulang rusuk, dinding saluran pernapasan, hidung, dan telinga.

Ayo, Kita Selesaikan

Coba pikirkan apakah tulang manusia tersusun dari materi kering seperti batu? Bagaimana dengan tulang-tulang di tubuhmu? Ternyata, tulang-tulang di dalam tubuh adalah materi hidup. Masing-masing tulang dalam tubuhmu adalah organ hidup yang tersusun dari berbagai jaringan. Sel-sel di dalam tulang-tulang ini membutuhkan makanan dan energi seperti sel-sel lain dalam tubuhmu.

Sekarang kamu telah mengetahui bahwa tulang adalah materi hidup. Coba buktikan bahwa tulang yang terdapat pada tubuhmu adalah materi hidup! Kaitkan dengan ciri- ciri makhluk hidup yang telah kamu pelajari pada kelas VII?

2) Macam-Macam Tulang pada Sistem Rangka

Tahukah kamu bentuk tulang yang ada pada tangan, tulang jari dan tulang pipi? Coba sekarang rabalah tulang lengan bawah, tulang jari-jari tangan, dan tulang pipi. Kamu akan merasakan bahwa bentuk dan ukuran tulang-tulang tersebut tidak sama. Bentuk tulang manusia dibedakan menjadi empat, yaitu: (1) tulang panjang, misalnya tulang lengan (*humerus*), (2) tulang pipih, misalnya tulang dada (*sternum*), (3) tulang pendek, misalnya tulang ruas jari (*falang*), dan (4) tulang tidak beraturan, misalnya tulang punggung (*vertebra*). Agar kamu memahaminya, coba perhatikan Gambar 1.23!

Sumber: Shier, et al. 2010

Gambar 1.23 Macam Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukurannya

Ayo, Kita Diskusikan

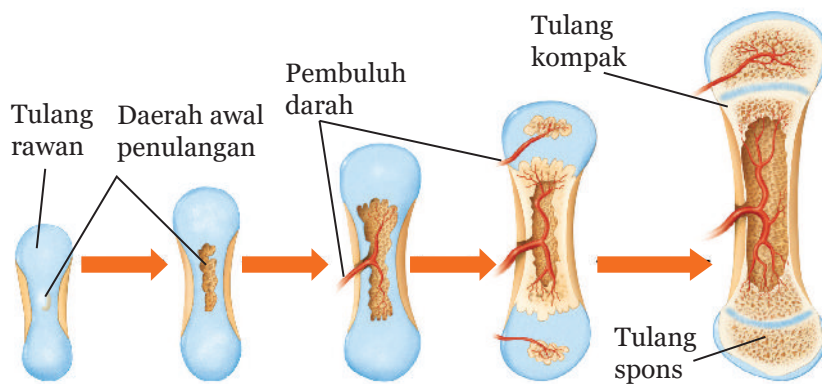
Lakukan diskusi dengan temanmu, untuk mengklasifikasikan 10 jenis tulang berdasarkan ukuran dan bentuknya. Agar mempermudah kerjamu, susunlah data tersebut dalam Tabel 1.6. Jangan lupa lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar kamu dapat melakukan klasifikasi dengan tepat.

Tabel 1.6 Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran

No	Nama Tulang	Jenis Tulang			
		Tulang Panjang	Tulang Pendek	Tulang Pipih	Tulang Tak Beraturan

3) Perkembangan Tulang

Tulang yang ada di tubuh kita merupakan suatu benda yang keras, meskipun demikian tulang bukan suatu benda yang memiliki ukuran tetap. Beberapa bulan sebelum kamu dilahirkan, tulang kamu tersusun dari kartilago (tulang rawan). Secara bertahap, tulang rawan akan berkembang menjadi tulang keras. Akan tetapi, pada perkembangannya tidak semua tulang rawan pada tubuh manusia menjadi tulang keras. Untuk membuktikannya, coba pegang daun telinga kamu kemudian lipatlah perlahan-lahan. Dapatkah kamu melipat daun telingamu?

Pernahkah kamu berpikir mengapa tulang pada daun telinga dapat dilipat? Tulang pada daun telinga dapat dilipat karena tulang yang terdapat pada daun telinga adalah tulang rawan. Dapatkah kamu menyebutkan contoh tulang rawan lainnya? Tulang hidung ataupun tulang rawan penyusun persendian adalah contoh tulang rawan. Tulang-tulang tersebut akan tetap menjadi tulang rawan sampai manusia menjadi tua. Pada saat janin (calon bayi yang masih ada di dalam kandungan), hampir semua tulang yang terdapat pada tubuhnya merupakan tulang rawan. Seiring dengan perkembangan janin dan setelah kelahiran, tulang rawan tersebut berkembang menjadi tulang keras. Proses pengubahan tulang rawan menjadi tulang keras disebut dengan penulangan atau *osifikasi*. Agar kamu dapat memahami proses osifikasi dengan baik, perhatikanlah Gambar 1.24!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.24 Proses Osifikasi Tulang

Bagaimanakah proses osifikasi berlangsung? Proses osifikasi berawal dari tulang rawan. Tulang rawan bentuknya mirip dengan tulang dewasa. Selain itu, tulang rawan memiliki rongga yang terisi

oleh *osteoblas* (sel-sel pembentuk tulang). Selanjutnya, osteoblas akan membentuk *osteosit* (sel-sel tulang). Proses osifikasi dimulai dari bagian tengah tulang rawan dan kemudian meluas ke seluruh arah sesuai dengan pertumbuhan tulang rawan. Di antara jaringan tulang yang terbentuk terdapat pembuluh darah. Pembuluh darah ini akan membawa mineral seperti kalsium sehingga tulang yang terbentuk menjadi keras.

Selain mengalami osifikasi, tulang juga mengalami fusi atau penggabungan. Pada saat kamu baru lahir, jumlah seluruh tulang yang ada pada sistem rangka kamu adalah 270 tulang. Seiring bertambahnya usia beberapa tulang akan mengalami fusi, misalnya tulang tengkorak dan tulang ekor. Oleh karena itu, ketika kamu sudah dewasa, jumlah tulang penyusun sistem rangka ada 206 tulang.

2. Sendi

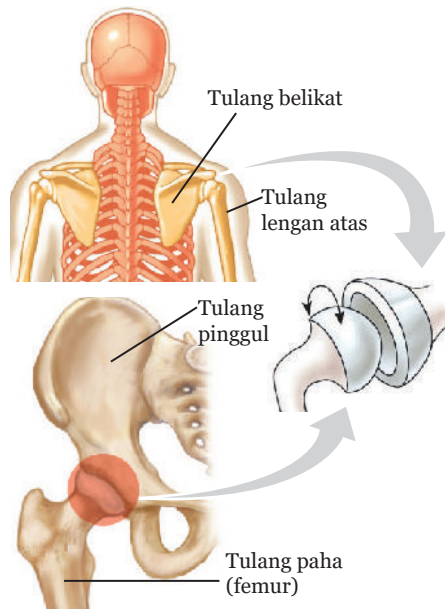
Sebelum kamu mempelajari materi selanjutnya, coba sekarang berdirilah. Kemudian lakukan gerakan sesuka hatimu! Coba kamu pikirkan, mengapa kamu dapat melakukan berbagai macam gerakan? Padahal tulang sebagai penyusun sistem gerak manusia sangat keras serta tidak dapat dibengkokkan. Ternyata, itu semua terjadi karena pada penyusun sistem gerak kita terdapat sendi. Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Dengan adanya sendi, hubungan antara tulang-tulang tubuh dapat digerakkan.

Sumber: Reece *et al*. 2012

Gambar 1.25 Sendi yang Tidak Dapat Digerakkan (Sendi Mati)

Tahukah kamu bahwa sendi dapat dikelompokkan berdasarkan banyak sedikitnya gerakan yang memungkinkan dilakukan? Sendi yang tidak dapat digerakkan disebut dengan sinartrosis, misalnya sendi yang terdapat pada tulang tengkorak. Perhatikan Gambar 1.25! Sendi yang dapat digerakkan namun terbatas disebut dengan amfiartrosis, misalnya sendi antarruas tulang belakang. Sendi yang dapat digerakkan dengan bebas disebut dengan diartrosis. Berikut ini beberapa jenis persendian yang dapat digerakkan dengan bebas.

a. Sendi Peluru

Sendi peluru menghubungkan antara satu tulang yang mempunyai satu ujung bulat yang masuk ke ujung tulang lain yang berongga seperti mangkok. Sendi ini dapat membentuk gerakan sangat bebas. Contoh sendi peluru adalah sendi antara tulang lengan atas dan tulang belikat, serta antara tulang pinggul dan tulang paha. Adanya sendi ini memungkinkan tulang-tulang tersebut dapat diayunkan ke arah manapun. Perhatikan Gambar 1.26!

Sumber: Reece *et al*. 2012

Gambar 1.26 Sendi Peluru

Tahukah Kamu?

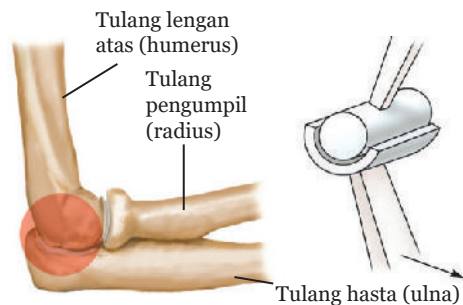
Pertemuan antara dua tulang diikat oleh ligamen sehingga sendi tidak dapat terlepas. Selain itu, ligamen juga berfungsi agar sendi kita dapat bergerak dengan fleksibel. Ligamen adalah jaringan yang berbentuk pita dan tersusun dari serabut-serabut liat yang mengikat tulang yang satu dengan tulang yang lain pada sendi. Perhatikan Gambar 1.27!

Sumber: Berwald *et al*. 2007

Gambar 1.27 Komponen Penyusun Sendi Diartrosis

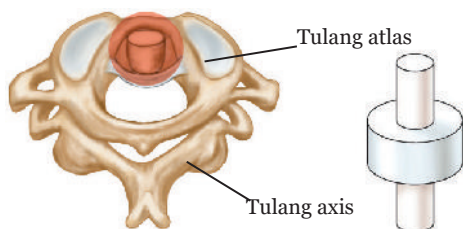
Pada sendi diartrosis, bagian ujung tulang penyusun sendi dilapisi oleh kartilago. Fungsi kartilago ini adalah menjaga agar tidak terjadi benturan atau gesekan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain yang menyusun persendian. Di dalam sendi tersebut juga terdapat cairan sinovial. Cairan ini berfungsi sebagai pelumas sendi.

b. Sendi Engsel

Tipe sendi ini mempunyai gerakan satu arah, ada yang ke depan dan ada yang ke belakang seperti engsel pintu. Contoh sendi engsel antara lain sendi-sendi pada siku dan lutut. Perhatikan Gambar 1.28! Sendi ini memiliki ruang gerak yang lebih sempit dibandingkan sendi peluru.

Sumber: Reece *et al.* 2012

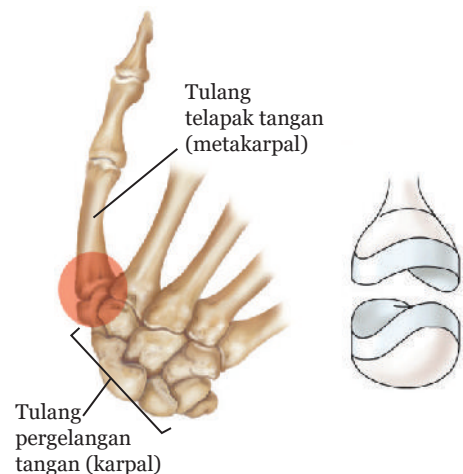
Gambar 1.28 Sendi Engsel

c. Sendi Putar

Pada sendi putar salah satu tulang berfungsi sebagai poros dan ujung tulang yang lain berbentuk cincin yang dapat berputar pada poros tersebut. Contohnya adalah persendian yang terdapat di antara tulang tengkorak dengan tulang leher. Perhatikan Gambar 1.29! Sendi tersebut memungkinkan kepala kita dapat memutar, mengangguk, serta menggeleng.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.29 Sendi Putar

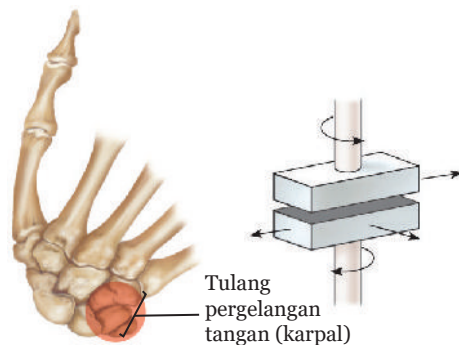
d. Sendi Pelana

Pertemuan antara dua tulang yang berbentuk seperti pelana disebut dengan sendi pelana. Sendi ini dapat menggerakkan tulang ke dua arah, yaitu muka-belakang dan ke samping. Contoh sendi ini adalah pada pangkal ibu jarimu. Perhatikan Gambar 1.30!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.30 Sendi Pelana

e. Sendi Geser

Sendi geser menghubungkan antara dua tulang yang memiliki permukaan yang datar. Prinsip kerja sendi ini adalah satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Perhatikan Gambar 1.31! Sendi

geser juga memungkinkan tulang bergerak ke depan dan ke belakang. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi ini merupakan sendi yang paling sering digunakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, misalnya mengambil buku, naik tangga, makan, dan beberapa aktivitas lainnya.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.31 Sendi Geser

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.4 Mengidentifikasi Sendi-sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Mintalah salah satu anggota kelompokmu untuk melakukan beberapa aktivitas di bawah ini!
   a. Menggelengkan serta menganggukkan kepala.
   b. Memutar pergelangan tangan.
   c. Memegang pensil dan menulis.
   d. Berlari.
   e. Meluruskan tangan lalu membengkokkan tangan ke atas.
2. Bersama dengan teman satu kelompokmu, identifikasilah sendi-sendi yang berperan dalam setiap aktivitas tersebut! Dalam menyelesaikan tugas ini berbagilah tugas dengan teman satu kelompokmu. Selain itu, perhatikan setiap gerakan yang dilakukan oleh temanmu dengan cermat agar kamu dapat mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada setiap aktivitas dengan tepat. Tuliskan hasilnya pada Tabel 1.7.

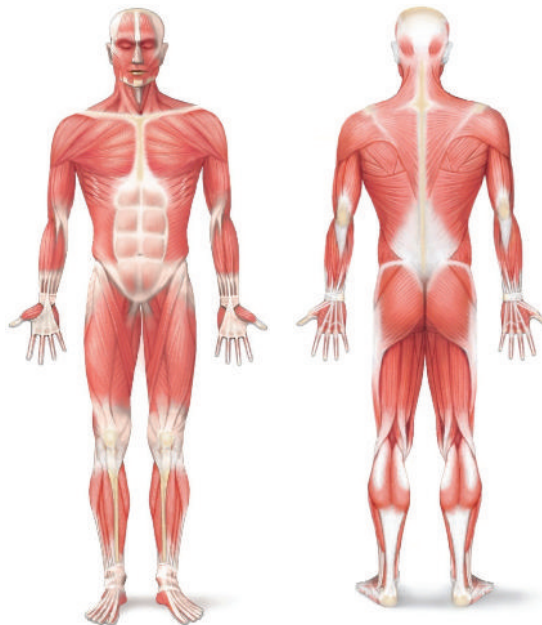
Tabel 1.7 Sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

No	Nama Aktivitas	Sendi yang Berperan
1		
2		
dst.		

3. Otot

Sebelumnya kamu telah mempelajari tentang struktur dan macam-macam tulang penyusun rangka manusia. Coba sekarang kamu pikirkan, apakah tulang-tulang penyusun rangka tubuh manusia dapat digerakkan tanpa adanya bagian lainnya? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan tersebut simaklah pembahasan berikut ini!

a. Fungsi Otot

Tanpa otot, tulang dan sendi yang terdapat di tubuhmu tidak memiliki kekuatan untuk bergerak. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif. Hampir 35 hingga 40 persen massa tubuh adalah jaringan otot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.32. Cobalah perhatikan, setiap saat selalu ada gerakan yang terjadi di tubuhmu, gerakan tersebut terjadi karena adanya kerja dari otot. Otot adalah jaringan yang dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuhmu bergerak. Pada kontraksi ini diperlukan energi.

Sumber: Marieb *et al.* 2012

Gambar 1.32 Otot pada Manusia

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.5 Mengamati Diameter Otot

Apa yang kamu perlukan?

1. Meteran (yang biasa digunakan oleh penjahit), jika kamu tidak memilikinya, boleh menggunakan tali rafia, tali pita, atau benang dengan panjang 50 cm
2. Alat tulis
3. Buku tulis

Apa yang harus kamu lakukan?

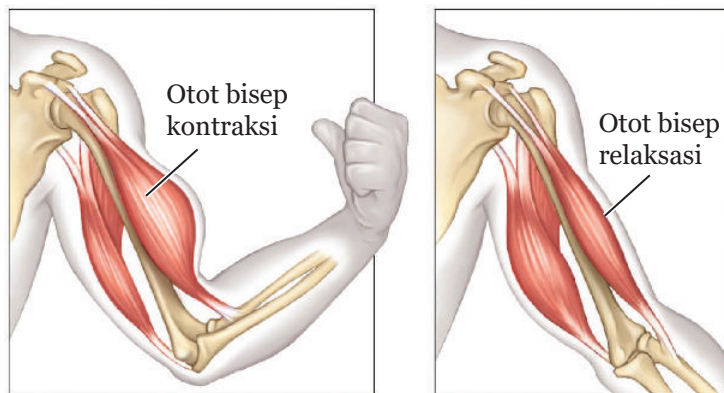
1. Duduklah bersama dengan teman satu kelompokmu!
2. Luruskan tanganmu di atas meja dengan santai! Mintalah temanmu melingkarkan pita meteran pada lengan atasmu untuk mengukur besarnya lengan atasmu!
3. Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.
4. Kepalkan tanganmu selanjutnya bengkokkan tanganmu ke atas! Ukurlah kembali besar lengan atasmu! Lakukan pengukuran di tempat yang sama dengan langkah 2. Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Adakah perubahan diameter otot lengan atas saat diluruskan dan dibengkokkan? Jelaskan!
2. Jika terjadi perubahan diameter, bagaimanakah perubahannya serta apakah yang sebenarnya terjadi pada ototmu?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah melakukan Aktivitas 1.5 kamu dapat mengetahui bahwa diameter otot lengan kamu dapat membesar dan mengecil ketika meluruskan atau membengkokkan tangan. Diameter lengan kamu membesar karena otot lengan kamu dalam keadaan kontraksi. Pada saat melakukan kontraksi otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat diukur diameter otot akan membesar. Sebaliknya, pada saat otot dalam keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameter otot akan mengecil. Perhatikan Gambar 1.33!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.33 Kondisi Otot pada saat Berkontraksi dan Relaksasi

Percobaan yang telah kamu lakukan sebelumnya adalah salah satu kegiatan yang melibatkan otot yang bekerja di bawah kesadaran. Coba pikirkan gerakan apa yang dapat dilakukan oleh tubuhmu yang melibatkan otot tersebut!

Otot yang bekerja di bawah kesadaran adalah otot yang kerjanya dapat kamu kendalikan. Prinsip kerja otot ini adalah dapat dikendalikan, artinya kamu dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Sebagai contohnya, kerja otot-otot pada saat kamu makan, menulis, berlari serta aktivitas-aktivitas lainnya yang kamu lakukan secara sadar. Selain otot yang bekerja di bawah kesadaran, ada juga otot yang bekerja di luar kesadaran. Otot yang bekerja di luar kesadaran adalah otot yang tidak dapat kamu

kendalikan secara sadar. Prinsip kerja otot ini adalah tidak dapat dikendalikan, artinya kamu tidak dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Otot-otot tersebut bekerja sepanjang hari, sepanjang hidup di luar kesadaran kamu. Contoh dari aktivitas otot ini antara lain aktivitas jantung untuk selalu memompa darah ke seluruh tubuh, aktivitas otot-otot lambung untuk mencerna makanan secara mekanik.

Sekarang kamu telah mengetahui prinsip kerja dari otot. Kamu harus banyak bersyukur kepada Tuhan karena Tuhan telah menciptakan otot-otot tersebut sehingga seluruh aktivitas tubuh dapat bekerja terus tanpa harus kamu kendalikan. Bayangkan jika Tuhan tidak menciptakan otot-otot tersebut, maka kamu tidak akan dapat tidur dengan pulas karena kamu harus mengontrol otot jantung agar tetap dapat memompa darah ke seluruh tubuh selama kamu tidur.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.6 Mengamati Jaringan Otot

Apa yang kamu perlukan?

1. Preparat awetan otot jantung, otot rangka, dan otot polos
2. Mikroskop
3. Buku dan alat tulis

   Jika di sekolah kamu tidak tersedia preparat awetan otot jantung, otot rangka, otot polos, dan mikroskop mintalah kepada gurumu untuk menyediakan gambar otot jantung, otot rangka, dan otot polos.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan pengamatan pada preparat awetan atau gambar yang telah disediakan. Hal yang perlu kamu amati adalah bentuk sel dari masing-masing jenis otot. Lakukan kegiatan pengamatan ini dengan cermat dan teliti, agar kamu dapat mengidentifikasi perbedaan dari ketiga jenis otot ini.
2. Gambarlah hasil pengamatanmu kemudian berikan keterangan pada bagian-bagian otot yang tampak.

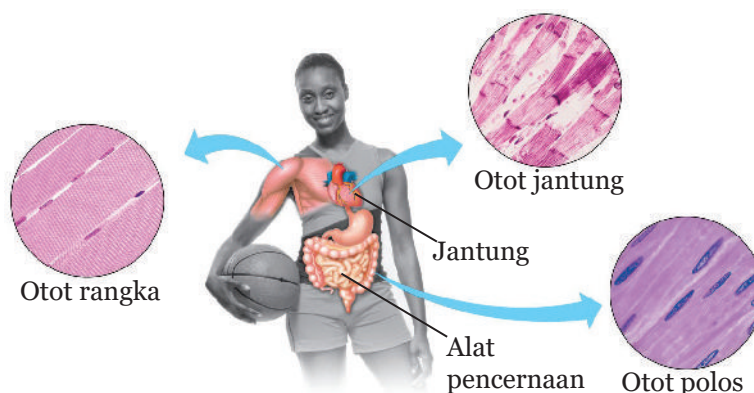
Apa yang perlu kamu diskusikan?
Sebutkan perbedaan dari ketiga jenis otot yang telah kamu amati!

Apa yang dapat kamu simpulkan?
Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

b. Tiga Jenis Jaringan Otot

Setelah kamu melakukan Aktivitas 1.6, kamu dapat mengetahui bahwa jaringan otot dapat dibedakan menjadi tiga jenis. Agar kamu mengetahuinya, simaklah penjelasan berikut ini!

1) Otot Rangka

Otot Rangka adalah otot yang paling banyak terdapat di dalam tubuh. Jika diamati di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini juga disebut dengan otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. Tendon adalah pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Kamu dapat mengontrol penggunaan otot ini. Kamu dapat menentukan kapan berjalan dan kapan tidak. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah. Agar kamu mengetahui posisi otot rangka yang melekat pada tendon, perhatikan Gambar 1.34!

Sumber: Reece et al. 2012

Gambar 1.34 Tiga Jenis Otot pada Tubuh Manusia

2) Otot Polos

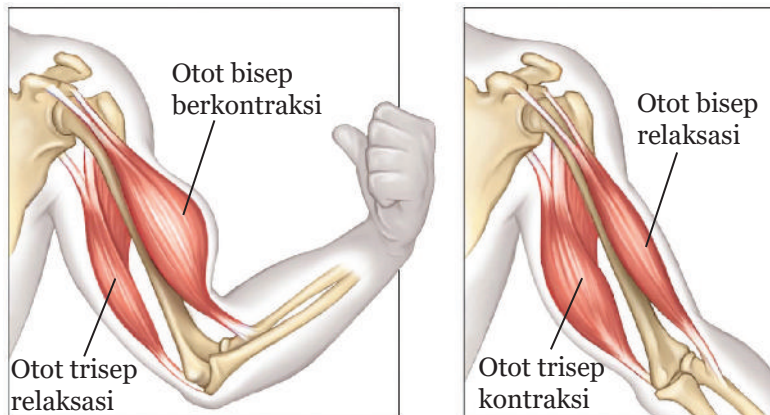
Otot polos terdapat pada dinding lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya. Berdasarkan cara kerjanya, otot polos tergolong dalam otot tak sadar.

3) Otot Jantung

Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, cara kerja otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar. Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari selama hidupmu. Kamu mengetahui bahwa otot jantung berkontraksi pada saat jantung berdenyut. Otot ini tidak dapat dikontrol oleh kemauan sadarmu.

Ayo, Kita Selesaikan

Coba sekarang kamu angkat kursi dengan menggunakan tangan kananmu. Kemudian lakukan hal yang sama tetapi dengan menggunakan tangan kirimu. Pada saat kamu mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kanan kursi tidak terlalu berat, berbeda dengan ketika kamu mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kiri. Mengapa demikian?

Tahukah kamu bahwa ternyata otot kita juga ada yang bekerja secara berlawanan. Maksudnya pada saat melakukan sebuah gerakan meskipun gerakan itu dilakukan secara bersamaan tetapi proses kontraksi dan relaksasi antara otot satu dengan otot lainnya berlangsung secara berlawanan. Agar kamu lebih memahami maksud dari pernyataan di atas, perhatikan Gambar 1.35! Pada gambar tersebut terlihat jelas bahwa pada saat tangan dilipat, otot bisep berkontraksi sedangkan otot trisep relaksasi. Sebaliknya, pada saat tangan direntangkan, otot bisep relaksasi sedangkan otot trisep berkontraksi.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.35 Mekanisme Kerja dari Otot Bisep dan Otot Trisep

4. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak dan Upaya Mencegah serta Mengatasinya

Pernahkah kamu melihat orang yang memakai kursi roda? Salah satu penyebab orang memakai kursi roda karena orang tersebut mengalami fraktura (patah tulang) pada bagian kakinya sehingga orang tersebut tidak dapat berjalan dengan normal. Fraktura adalah salah satu jenis kelainan yang terjadi pada sistem gerak manusia. Mari kita pelajari beberapa gangguan dan kelainan yang sering terjadi pada sistem gerak berikut ini.

a. Riketsia

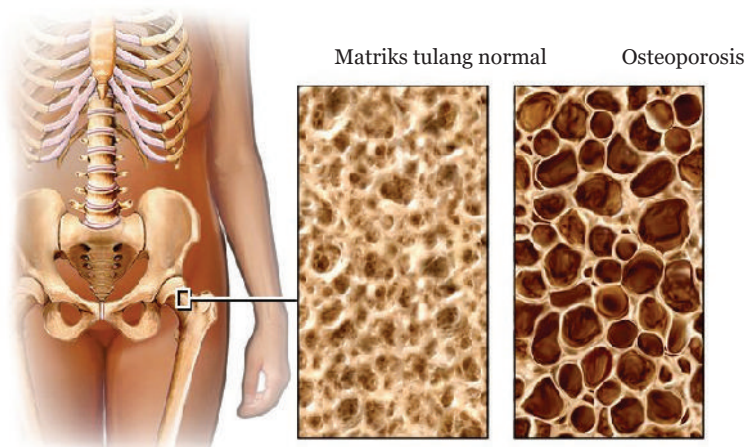
Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan fosfor sehingga proses pengerasan tulang terganggu. Penyakit ini terjadi pada anak-anak. Riketsia menyebabkan tulang kaki tumbuh membengkok seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.36. Penyembuhan dan pencegahan dari penyakit ini adalah dengan penambahan kalsium, fosfor, dan vitamin D ke dalam menu makan. Vitamin D dapat diperoleh dari makanan, suplemen, dan berjemur di panas matahari pagi.

Sumber: aleqt.com

Gambar 1.36 Kaki Penderita Riketsia jika Dilihat Menggunakan X-ray

Seseorang yang berusia 1-70 tahun membutuhkan vitamin D sebanyak 15 µgr/hari. Sedangkan seseorang yang berusia 71 tahun ke atas membutuhkan vitamin D sebanyak 20 µgr/hari. Mengapa vitamin D dapat diaktifkan dengan bantuan sinar matahari pagi melalui berjemur? Melalui paparan sinar matahari pagi selama 10-15 menit, maka sinar ultraviolet dari matahari akan dapat membantu tubuh mengaktifkan pro vitamin D. Vitamin D aktif akan dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor di dalam tubuh, sehingga akan menambah jumlah kalsium dan fosfor dalam darah. Dengan demikian bertambahnya kadar vitamin D dalam tubuh karena terkena sinar matahari, maka akan dapat membantu meningkatkan penyerapan kalsium sehingga dapat menolong perbaikan tulang penderita riketsia.

b. Osteoporosis

Osteoporosis disebabkan karena kekurangan kalsium. Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa dan orangtua. Orangtua biasanya menghasilkan lebih sedikit hormon, sehingga osteoblas sebagai pembentuk tulang kurang aktif dan massa tulangpun jadi berkurang. Tulang yang kekurangan mineral akan menjadi rapuh dan mudah patah. Perhatikan Gambar 1.37!

Sumber: Reece *et al*. 2012

Gambar 1.37 Matriks Tulang Normal dan Osteoporosis

c. Artritis

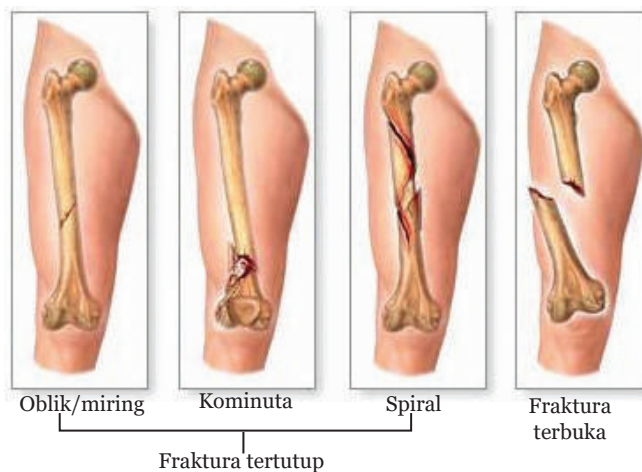
Artritis adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan sendi yang rusak. Kerusakan ini menyebabkan sendi menjadi sakit dan bengkok seperti pada Gambar 1.38. Kadang-kadang

sendi yang terkena artritis tidak dapat digerakkan. Rematik adalah salah satu bentuk artritis. Beberapa hal yang menyebabkan penyakit artritis ini adalah metabolisme asam urat yang terganggu, sehingga asam urat tertimbun pada sendi dan menyebabkan sakit terutama pada jari-jari tangan maupun kaki, penumpukan kapur di antara dua tulang mengakibatkan sendi sulit digerakkan dan kaku. Upaya untuk mengurangi terjadinya artritis yaitu dengan mengonsumsi makanan yang seimbang.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.38 Kondisi Tangan Penderita Artritis

d. Fraktura (Patah Tulang)

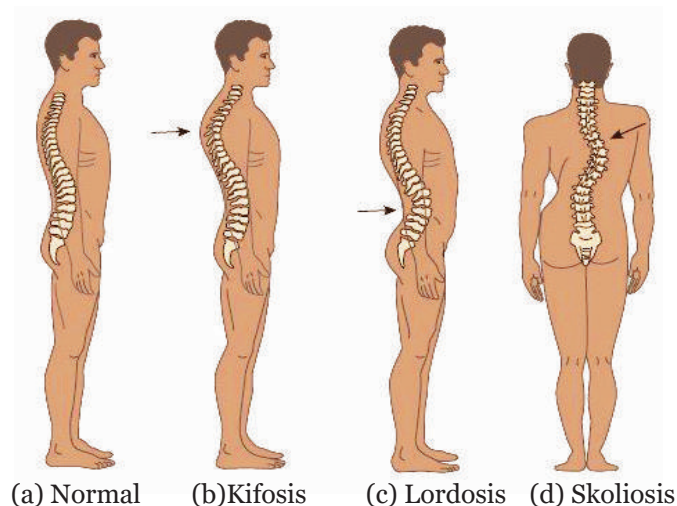
Tulang memiliki struktur kuat dan lentur, namun demikian tulang juga dapat patah. Salah satu penyebab terjadinya patah tulang adalah karena tulang mengalami benturan yang keras, misalnya pada saat kecelakaan atau jatuh dari tempat yang tinggi. Patahnya tulang disebut fraktura. Perhatikan Gambar 1.39!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.39 Jenis-jenis Patah Tulang

Ada beberapa jenis fraktura, secara umum dapat dikelompokkan menjadi fraktura tertutup dan fraktura terbuka. Jika tulang yang patah tidak sampai menembus kulit disebut dengan faktura tertutup. Fraktura terbuka terjadi jika tulang yang patah keluar menembus kulit. Fraktura juga dapat dibedakan berdasarkan kondisi tulang yang patah, yaitu miring, kominuta (terpecah-pecah menjadi bagian-bagian kecil), dan spiral. Agar kamu tidak mengalami fraktura akibat kecelakaan, berhati-hatilah saat berolahraga.

d. Kifosis, Lordosis, dan Skoliosis

Tulang belakang manusia yang normal tidaklah lurus, tetapi melengkung. Agar kamu mengetahuinya, perhatikan Gambar 1.40a! Bentuk tulang belakang memengaruhi bentuk tubuh kita. Cobalah amati bentuk badan teman laki-lakimu saat berdiri dan dilihat dari samping! Bagaimana bentuknya? Tulang belakang dapat mengalami kelainan. Tiga kelainan tulang belakang yang umum terjadi adalah lordosis, kifosis, dan skoliosis. Perhatikan Gambar 1.40!

(a) Normal (b)Kifosis (c) Lordosis (d) Skoliosis

Sumber: Reece *et al*. 2012

Gambar 1.40 Struktur Tulang Penderita Kifosis, Lordosis, dan Skoliosis

1) Kifosis

Kifosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang, seperti ditunjukkan Gambar 1.40b. Penderita kifosis tubuhnya terlihat bungkuk. Kifosis dapat disebabkan karena penyakit (misalnya TBC dan riketsia) atau kebiasaan duduk yang salah.

2) Lordosis

Lordosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang, seperti ditunjukkan Gambar 1.40c. Orang yang mengalami kelainan ini pinggangnya terlihat lebih menonjol ke depan. Lordosis dapat disebabkan karena perut penderita yang terlalu besar (misalnya karena hamil atau kegemukan), riketsia, atau karena kebiasaan duduk yang salah.

3) Skoliosis

Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping, seperti ditunjukkan Gambar 1.40d. Skoliosis dapat disebabkan oleh polio atau kebiasaan duduk atau berposisi yang salah.

5. Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Gerak pada Manusia

Setelah mengetahui beberapa gangguan atau kelainan yang terjadi pada sistem gerak, maka kita harus dapat mengantisipasi agar tidak mengalami gangguan-gangguan tersebut. Beberapa cara yang dapat kita lakukan untuk menjaga kesehatan sistem gerak kita adalah sebagai berikut.

a. Meningkatkan kandungan kalsium dalam asupan makanan. Makanan yang banyak mengandung kalsium di antaranya susu, kangkung, kedelai dan olahannya, ikan salmon, kacang almond, dan brokoli.
b. Berjemur pada sinar matahari pagi karena sinarnya sangat baik untuk membantu pembentukan vitamin D yang sangat penting dalam membantu penyerapan kalsium dalam makanan.
c. Memerhatikan asupan vitamin D dengan makan makanan yang mengandung vitamin D. Makanan yang mengandung vitamin D di antaranya telur, produk olahan dari kedelai, minyak ikan, ikan berlemak, hati sapi, dan udang.
d. Memerhatikan aktivitas fisik yang cukup setiap harinya. Aktivitas fisik seperti jalan kaki, *jogging*, tenis, menaiki tangga dapat membantu terbentuknya tulang yang kuat dan memperlambat proses kerapuhan tulang pada tubuh.
e. Menghindari kebiasaan sikap tubuh yang salah, misalnya dengan cara duduk yang benar yaitu tulang belakang harus dalam posisi tegak (tidak membungkuk), saat tidur sebaiknya memakai alas yang datar dan padat agar posisi tulang belakang tetap lurus.

c. Sistem Gerak pada Hewan

Ayo, Kita Pelajari

- Gerak hewan dalam air
- Gerak hewan di udara
- Gerak hewan di darat

Istilah Penting

- *Streamline*
- *Airfoil*

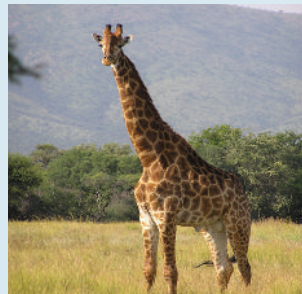
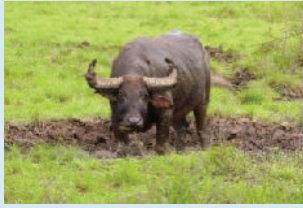
Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami bagaimana hewan di sekitar dapat bergerak, sehingga menginspirasi kamu mengembangkan teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi pada sistem gerak hewan.

Salah satu sifat makhluk hidup adalah bergerak. Hewan bergerak dengan berbagai macam cara misalnya ada hewan yang berjalan, berlari, terbang, berenang, merayap, dan lain sebagainya. Coba kamu perhatikan gerak hewan darat dan gerak hewan yang hidup di air, berbeda bukan? Hewan darat bergerak menggunakan otot dan rangkanya terutama kaki, ikan bergerak menggunakan sirip, dan burung terbang dengan menggunakan sayap. Tahukah kamu bahwa kecepatan gerak hewan berbeda-beda? Mengapa demikian? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, ayo lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Diskusikan

1. Cermati data tentang kecepatan gerak hewan di bawah ini!

Gajah, kecepatan geraknya 25 km/jam

Jerapah, kecepatan geraknya 60 km/jam

Kerbau, kecepatan geraknya 50 km/jam

Kijang, kecepatan geraknya 97 km/jam

Kuda, kecepatan geraknya 76 km/jam

Harimau, kecepatan geraknya 112 km/jam

Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 1.41 Kecepatan Gerak Berbagai Jenis Hewan

1. Berdasarkan data di atas, hewan manakah yang mempunyai kecepatan gerak paling tinggi?
2. Mengapa hewan-hewan tersebut memiliki kecepatan gerak yang berbeda-beda?
3. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari analisis data di atas?

Hewan bergerak ke berbagai tujuan antara lain untuk melindungi diri dari predator atau untuk mencari mangsa. Perhatikan Gambar 1.42!

(b)

Sumber: flyandsea.com, wallpaperup.com

Gambar 1.42 (a) Ikan Berenang Menghindari Serangan Anjing Laut, (b) Burung Elang Terbang untuk Menangkap Ikan di Danau

1. Gerak Hewan dalam Air

Air memiliki kerapatan yang lebih besar dibandingkan udara, sehingga hewan lebih sulit bergerak di air daripada di udara. Air memiliki gaya angkat yang lebih besar dibandingkan dengan udara dan tubuh hewan yang hidup di air memiliki massa jenis yang lebih kecil daripada lingkungannya. Kedua hal tersebut mengakibatkan hewan yang hidup di air dapat melayang-layang di dalam air dengan mengeluarkan sedikit energi karena adanya gaya angkat oleh air.

Salah satu bentuk tubuh yang paling banyak dimiliki oleh hewan air adalah bentuk torpedo (*streamline*). Bentuk tubuh ini memungkinkan tubuh meliuk dari sisi ke sisi dan mengurangi hambatan ketika bergerak di dalam air. Tubuh ikan dilengkapi otot dan tulang belakang yang fleksibel untuk mendorong ekor dan sirip ikan di dalam air. Ikan juga memiliki sirip tambahan yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan. Untuk mengatur gerakan naik turun, ikan memiliki gelembung renang yang dapat mengeluarkan gas (biasanya berupa oksigen).

Sebagian besar ikan menggunakan gerakan lateral pada tubuh dan sirip ekornya untuk menghasilkan gaya dorong ke depan. Ada juga yang bergerak menggunakan sirip pasangan dan sirip tengahnya. Ikan yang bergerak dengan sirip pasangan dan sirip tengah cocok untuk hidup di terumbu karang. Tapi jenis ikan ini tidak dapat berenang secepat ikan yang bergerak dengan menggunakan tubuh dan sirip ekornya.

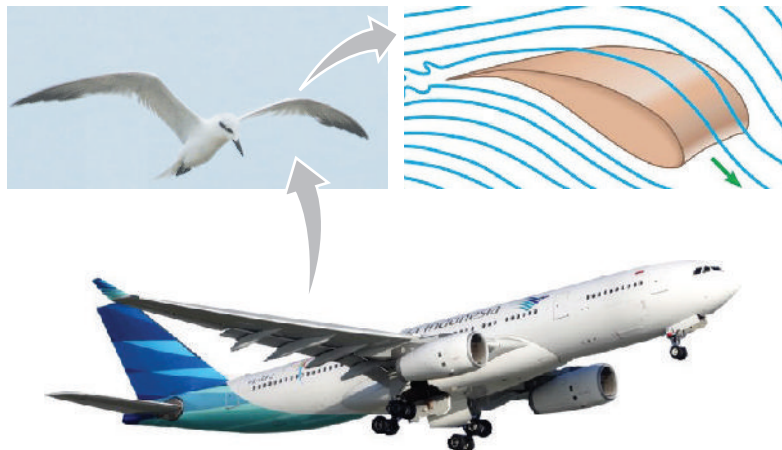
Ayo, Kita Pahami

Berbeda dengan ikan dan hewan yang hidup di dalam air, bebek dapat terapung di atas air karena memanfaatkan prinsip tegangan permukaan air. Tegangan permukaan merupakan peristiwa yang diakibatkan adanya gaya kohesi antarmolekul-molekul air. Selain nyamuk, anggang-anggang juga memanfaatkan gaya tegangan permukaan untuk dapat bergerak di permukaan air. Perhatikan Gambar 1.43!

Sumber: ninnescahlife.wichita.edu

Gambar 1.43 Hewan yang Memanfaatkan Sifat Tegangan Permukaan Air, (a) Nyamuk yang Sedang Bertelur, (b) Anggang-anggang

2 Gerak Hewan di Udara

Pernahkah kamu melihat burung yang sedang terbang bebas di udara? Bagaimana burung tersebut dapat terbang dengan stabil di udara? Apa yang memengaruhi gerakan burung tersebut? Tahukah kamu, bagaimana cara burung dapat terbang dan melawan gravitasi bumi? Gravitasi adalah masalah utama yang dihadapi oleh hewan-hewan yang terbang di udara. Tubuh hewan-hewan tersebut harus memiliki gaya angkat yang besar untuk mengimbangi gaya gravitasi karena tidak mungkin tubuh hewan memiliki massa jenis yang mendekati massa jenis udara. Salah satu upaya untuk memperbesar gaya angkat adalah dengan menggunakan sayap. Prinsip yang sama diterapkan pada pesawat terbang. Perhatikan Gambar 1.44!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.44 Sayap Pesawat dibuat dengan Prinsip Menyerupai Sayap Burung

Sayap burung tersusun atas kerangka yang kuat dan ringan, serta otot yang kuat. Sayap burung memiliki bentuk melengkung sehingga udara yang mengalir pada bagian atas sayap lebih cepat daripada bagian bawahnya. Hal ini akan menghasilkan gaya angkat dan gaya dorong yang efektif untuk pergerakan burung. Struktur sayap yang demikian disebut *airfoil*. Saat sayap dikepakkan, sayap memberikan gaya aksi terhadap udara di bawah sayap, sehingga udara akan mengalir ke bawah. Sesuai dengan Hukum III Newton, ketika benda pertama memberikan gaya F_{aksi} pada benda kedua, maka benda kedua akan memberikan gaya F_{reaksi} pada benda pertama. Hal inilah yang membuat burung dapat terangkat ke atas. Agar lebih jelasnya, coba lihatlah kembali Gambar 1.18!

3 Gerak Hewan di Darat

Hewan yang hidup di darat memiliki otot dan tulang yang kuat. Hal tersebut diperlukan untuk mengatasi inersia (kecenderungan tubuh untuk diam) dan untuk menyimpan energi pegas (elastisitas) untuk melakukan berbagai aktivitas. Bayangkan bagaimana bila kita berjalan. Seseorang mulai berjalan dengan menginjak lantai dengan kakinya, lantai kemudian memberikan gaya balik yang sama dan berlawanan arah pada orang tersebut dan gaya inilah yang menggerakkan orang tersebut ke depan. Dengan cara yang sama, seekor burung yang terbang ke depan memberikan gaya pada udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke belakang, tetapi udara tersebut mendorong balik sayap burung itu ke depan.

Gajah dan kerbau memiliki massa tubuh yang sangat besar, akibatnya untuk bergerak, gajah dan kerbau harus melawan inersia yang nilainya juga sangat besar. Namun perbedaan sruktur tulang serta kekuatan otot gajah dan kerbau membuat gajah mampu melakukan gerakan yang lebih lincah daripada kerbau. Lain halnya dengan kuda, harimau, dan kijang, ketiga hewan tersebut memiliki struktur rangka dan otot yang sangat kuat. Kijang dan harimau memiliki bentuk kaki yang lebih ramping sehingga kijang dan harimau mampu menyimpan elastisitas yang tinggi. Hal tersebut mengakibatkan pada saat berlari, kijang dan harimau lebih banyak melompat ke udara dan meluncur di udara. Gaya gesek udara yang jauh lebih kecil daripada gaya gesek permukaan tanah membuat kijang dapat berlari dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada kuda.

C. Sistem Gerak pada Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari

- Gerak endonom
- Gerak higroskopis
- Gerak esionom

Istilah Penting

- Endonom
- Higroskopis
- Esionom
- Tropisme
- Taksis
- Nasti

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami gerak tumbuhan di sekitarmu, sehingga mendorong kamu mengembangkan teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi sistem gerak tumbuhan.

Menurutmu apakah tumbuhan juga bergerak? Bagaimana gerakan pada tumbuhan? Bagian apa saja dari tumbuhan yang dapat bergerak? Ayo kita pelajari sistem gerak pada tumbuhan dengan penuh semangat!

Perhatikanlah Gambar 1.45! Pernahkah kamu menyentuh daun putri malu (*Mimosa pudica*)? Apa yang terjadi jika daunnya disentuh? Bagaimana jika daun putri malu tersebut diberi rangsangan panas atau dingin? Apakah ada perbedaan kecepatan menutupnya daun putri malu tersebut? Untuk menjawab semua pertanyaan tersebut, ayo lakukan aktivitas berikut!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.45 Tumbuhan Putri Malu (*Mimosa pudica*)

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.7 Pengaruh Rangsang terhadap Gerak Menutup dan Membukanya Daun Putri Malu

Pada percobaan ini kamu akan menyelidiki pengaruh rangsang terhadap gerak daun putri malu.

Apa yang kamu duga?

Cobalah untuk melakukan pendugaan atau membuat perkiraan berdasarkan informasi yang kamu ketahui atau pengalaman

yang kamu alami terhadap gerak daun putri malu ketika mendapatkan rangsangan.

1. Daun putri malu bila disentuh ....
2. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu dingin ....
3. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu panas ....

Apa yang kamu perlukan?

1. Tumbuhan putri malu (*Mimosa pudica*)
2. Es yang dibungkus plastik
3. Korek api atau lilin
4. Jam tangan atau *stopwatch*

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Berilah perlakuan pada putri malu sebagai berikut.
   a. Sentuhlah menggunakan ujung jari tangan pada bagian bawah permukaan daun dan pada tangkai daun! Hitunglah kecepatan respons tumbuhan terhadap rangsang menggunakan *stopwatch*!
   b. Berilah hawa dingin di bagian bawah permukaan daun dengan meletakkan sebungkus es batu! Hitunglah kecepatan respons tumbuhan terhadap rangsang menggunakan *stopwatch*!
   c. Berilah hawa panas di bagian bawah permukaan daun dengan menyalakan korek api atau lilin yang menyala! Berhati-hatilah saat menggunakan korek api! Hitunglah kecepatan respons tumbuhan terhadap rangsang menggunakan *stopwatch*!
2. Amatilah gerak daun dan batang putri malu!
3. Ulangi langkah 1 dan 2 sebanyak 3 kali.
4. Catatlah hasil pengamatan dan penghitunganmu pada Tabel 1.8!

Tabel 1.8 Pengamatan Tumbuhan Putri Malu

Perlakuan	Waktu (sekon) Respons Berupa Gerak Daun			Deskripsi Gerak Daun Putri Malu
	1	2	3	
Disentuh pada permukaan bawah daun				
Disentuh pada tangkai daun				
Diberi hawa dingin pada permukaan bawah daun				
Diberi hawa panas pada permukaan bawah daun				

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimana respons daun putri malu ketika diberi rangsang sentuhan?
2. Bagaimana respons daun putri malu ketika diberi rangsang panas?
3. Bagaimana respons daun putri malu ketika diberi rangsang dingin?
4. Bagian mana dari tumbuhan yang paling sensitif terhadap rangsang sentuhan?
5. Apakah kecepatan respons atau tanggapan daun putri malu akan berbeda apabila diberi rangsangan yang berbeda?

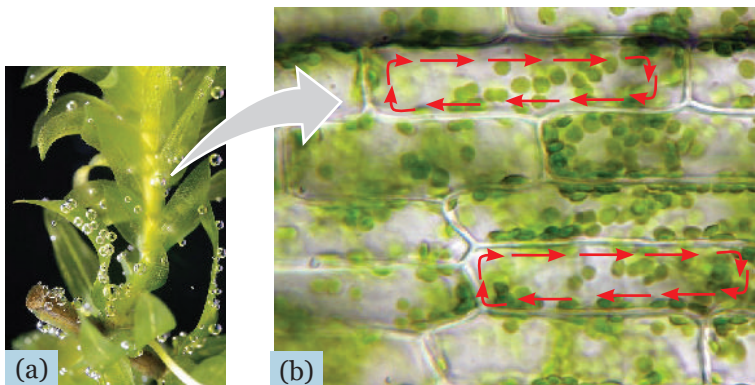
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Jika kamu mengamati dengan saksama, ternyata tumbuhan juga melakukan gerakan. Misalnya pada tumbuhan putri malu. Ketika daun tumbuhan putri malu disentuh, maka daun putri malu akan menutup. Gerak menutup daun tumbuhan putri malu merupakan respons terhadap adanya rangsang. Arah menutupnya daun akibat rangsang adalah tetap meskipun diberi rangsangan dari arah yang berbeda. Bagaimana daun putri malu dapat menutup? Ketika daun putri malu dikenai rangsang, akan terjadi aliran air dan ion pada bagian ketiak daun. Adanya aliran air ini menyebabkan kadar air pada ketiak daun berkurang, sehingga tekanannya mengecil. Akibatnya daun putri malu akan menutup dan tampak seperti layu. Meskipun pada pergerakan daun putri malu tidak ada perpindahan tempat, namun tumbuhan putri malu tersebut masih dianggap bergerak. Apakah pada tumbuhan lain juga bergerak? Bagaimana pergerakan pada tumbuhan yang lain? Gerakan-gerakan seperti apa saja yang dilakukan? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, mari kita pelajari pembahasan tentang gerak pada tumbuhan berikut ini!

Berdasarkan asal datangnya rangsangan, gerak pada tumbuhan dibedakan menjadi tiga, yaitu gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.

1. Gerak Endonom

Apakah kamu pernah mengamati tumbuhan *Hydrilla verticillata*? Pernahkah kamu mengamati daun tumbuhan tersebut melalui mikroskop? Perhatikan Gambar 1.46!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.46 (a) Tumbuhan *Hydrilla verticillata*, (b) Gerak Siklosis pada Daun *Hydrilla verticillata*

Jika kamu mengamati daun tumbuhan *Hydrilla verticillata* kamu akan melihat struktur seperti dinding tembok yang di dalamnya terdapat butiran bulat berwarna hijau. Struktur seperti tembok tersebut merupakan sel daun. Di dalam sel daun tersebut terdapat cairan yang disebut sitoplasma. Dalam sitoplasma terdapat butiran bulat berwarna hijau yang disebut kloroplas. Jika kamu mengamati kloroplas tersebut secara cermat, kamu akan melihat kloroplas tersebut bergerak berkeliling (rotasi) di dalam sel yang disebut gerak siklosis. Pergerakan tersebut sebenarnya akibat dari pergerakan atau aliran sitoplasma dalam sel. Gerak ini terjadi secara spontan dan berasal dari dalam sel tumbuhan tersebut. Gerak yang terjadi akibat rangsangan yang berasal dari dalam sel atau tubuh tumbuhan disebut dengan **gerak endonom**.

Ayo, Kita Cari Tahu

Selain gerak siklosis pada sitoplasma suatu sel, carilah contoh gerak endonom yang lain bersama kelompokmu!

2. Gerak Higroskopis

Pernahkah kamu melihat buah polong-polongan, seperti kacang kedelai (*Glycine max*), buah cangkring (*Erythrina variegata)*, dan buah biduri (*Asclepias gigantea)* yang masih muda dan yang sudah tua? Perhatikan Gambar 1.47! Bagaimana kondisi buah-buah tersebut ketika sudah tua?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.47 Contoh Buah Polong yang Membuka, (a) Kacang Kedelai (*Glycine max*), (b) Buah Cangkring (*Erythrina variegata*), (c) Buah biduri (*Asclepias gigantea*)

Apabila kamu melihat buah polong-polongan yang sudah tua, kamu akan melihat buah polong-polongan dapat membuka. Bagaimana buah polong-polongan tersebut dapat membuka? Ketika buah polong-polongan sudah tua, terjadi perubahan kadar air di dalam sel secara tidak merata. Akibatnya terjadi pengerutan bagian buah yang tidak merata. Pengerutan ini membuat buah polong menjadi terbuka. Membukanya buah polong tersebut merupakan salah satu contoh gerak higroskopis. Selain membukanya buah polong-polongan, contoh gerak higroskopis yaitu membukanya dinding sporangium (kotak spora) tumbuhan paku.

3. Gerak Esionom

Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari luar tubuh tumbuhan (lingkungan sekitar). Berdasarkan respons gerak yang dilakukan tumbuhan, gerak esionom dapat dibedakan menjadi gerak tropisme, gerak taksis, dan gerak nasti.

a. Gerak Tropisme

Perhatikan Gambar 1.48, ke arah manakah pertumbuhan ujung batang tumbuhan pada gambar tersebut? Apakah bergerak menuju jendela (arah datangnya cahaya) ataukah bergerak menjauhi cahaya? Apakah arah pertumbuhan tumbuhan tersebut tidak dipengaruhi arah datangnya cahaya? Apakah tumbuhan tersebut juga berpindah tempat?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.48 Pertumbuhan Tanaman Menuju Arah Datangnya Cahaya

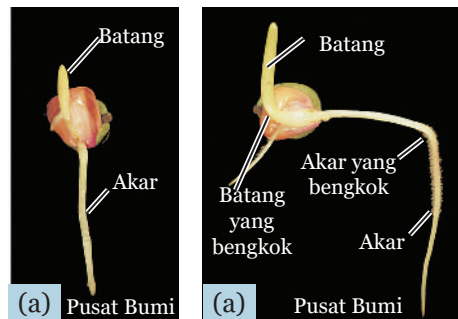
Tumbuhan tidak dapat berpindah tempat seperti halnya hewan. Melalui Gambar 1.48, kamu dapat mengetahui bahwa setiap ujung batang tumbuhan akan tumbuh menuju arah datangnya cahaya. Berbeda halnya dengan arah gerak pertumbuhan akar. Akar tumbuhan akan bergerak tumbuh menjauhi arah datangnya cahaya dan akan cenderung bergerak tumbuh menuju pusat bumi. Kedua gejala tersebut menunjukkan bahwa ada gerak tumbuhan yang arah pergerakannya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Gerak tumbuhan yang arah geraknya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang dari luar disebut **gerak tropisme**. Arah gerak tumbuhan yang mendekati arah datangnya rangsang disebut gerak **tropisme positif**, tetapi jika arah gerak tumbuhan menjauhi rangsang disebut gerak **tropisme negatif**. Tahukah kamu apa saja jenis rangsang yang dapat menyebabkan

tumbuhan mengalami gerak tropisme? Kemanakah arah gerak tumbuhan? Apakah semua tumbuhan mengalami gerak tropisme? Agar kamu mengetahuinya, ayo pelajari materi ini dengan penuh semangat!

1) Gerak Fototropisme

Perhatikan kembali Gambar 1.48! Ujung batang tumbuhan mengalami pertumbuhan ke arah cahaya. Gejala yang tampak pada Gambar 1.48 menunjukkan pengaruh rangsang cahaya terhadap arah tumbuh batang tumbuhan. Jenis gerak tropisme yang dipengaruhi oleh rangsangan cahaya disebut dengan **gerak fototropisme** atau **heliotropisme.** Tumbuhan yang arah tumbuhnya mendekati sumber cahaya disebut **fototropisme positif** sedangkan yang menjauhi cahaya disebut **fototropisme negatif**. Termasuk jenis fototropisme apakah tumbuhan yang terdapat pada Gambar 1.48?

2) Gerak Geotropisme

Perhatikan gerak pertumbuhan akar jagung pada Gambar 1.49! Melalui gambar tersebut terlihat akar jagung tumbuh menuju arah bawah (menuju ke pusat bumi). Setelah jagung diletakkan pada posisi miring, akar menjadi bengkok dan tumbuh kembali menuju pusat bumi. Perhatikan pertumbuhan batang jagung pada Gambar 1.49! Terlihat arah pertumbuhan batang ke atas (menjauhi pusat bumi). Setelah jagung diletakkan pada posisi miring, batang menjadi bengkok dan tumbuh kembali menuju ke atas (menjauhi pusat bumi). Arah gerak akar dan batang jagung tersebut terjadi karena pengaruh gravitasi bumi. Gerak akar dan batang yang demikian disebut **geotropisme** atau **gravitropisme.** Gerak akar menuju ke pusat bumi disebut **geotropisme positif**, sedangkan gerak batang menjauhi pusat bumi disebut **geotropisme negatif.**

Sumber: Reece *et al.* 2012

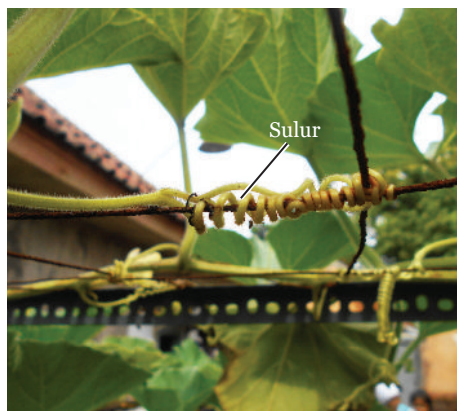
Gambar 1.49 Pertumbuhan Akar Jagung

3) Gerak Hidrotropisme

Selain tumbuh menuju pusat bumi, gerak pertumbuhan akar juga dipengaruhi oleh sumber air. Pertumbuhan akar menuju sumber air disebut **gerak hidrotropisme**. Maha Kuasa Tuhan yang telah

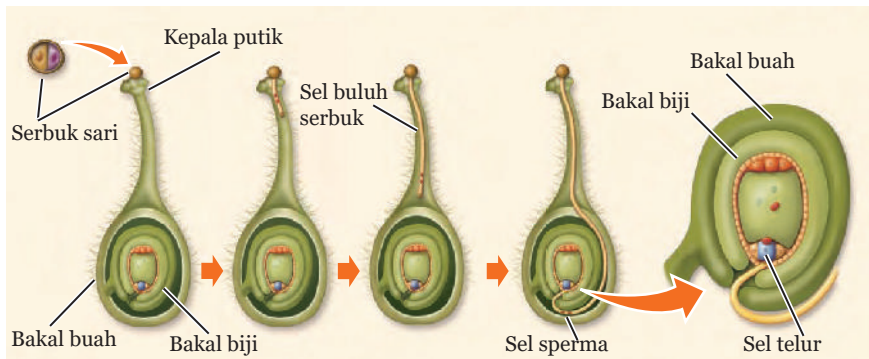
memberikan tumbuhan kemampuan tersebut, sehingga tumbuhan dapat terus mendapatkan air sehingga dapat tetap hidup.

4) Gerak Tigmotropisme

Beberapa tumbuhan seperti mentimun, kacang panjang, labu, anggur, dan markisa memiliki organ tambahan yang disebut sulur. Perhatikan Gambar 1.50! Pada gambar tersebut terlihat sulur yang melilit pada suatu batang. Bagaimana sulur tersebut dapat melilit? Tentu ada rangsangan yang memengaruhi gerak sulur tersebut yaitu sentuhan. Gerak melilitnya sulur tumbuhan pada tempat rambatannya merupakan contoh **gerak tigmotropisme**. Dapatkah kamu menyebutkan contoh lain dari gerak tigmotropisme?

Sumber: Dok. Kemdikbud

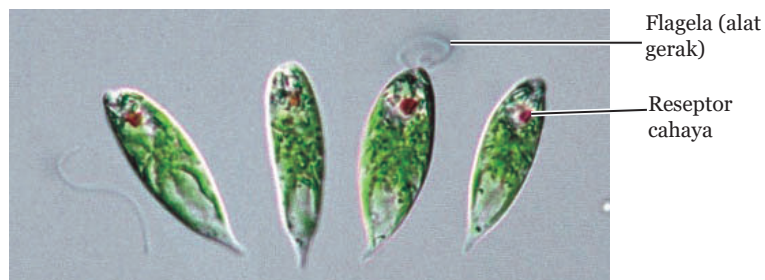
Gambar 1.50 Sulur Tumbuhan yang Melilit pada Tempat Tumbuh

5) Gerak Kemotropisme

Tumbuhan dapat melangsungkan kehidupannya karena Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan kemampuan untuk bereproduksi. Reproduksi tumbuhan melibatkan proses penyerbukan, yaitu peristiwa jatuhnya serbuk sari di kepala putik. Di kepala putik, serbuk sari akan berkecambah dan membentuk buluh serbuk yang akan membawa gamet jantan (spermatozoid) menuju gamet betina (sel telur). Perhatikan Gambar 1.51! Coba kamu pikirkan, bagaimana buluh serbuk dapat bergerak menuju sel telur? Apa rangsangan yang memengaruhi pergerakan buluh serbuk? Gerakan buluh serbuk menuju sel telur dipengaruhi oleh zat gula (zat kimia) yang dikeluarkan oleh bakal buah. Gerak tropisme yang dipengaruhi oleh zat kimia disebut **kemotropisme.**

Sumber: Raven *et al*. 2008

Gambar 1.51 Serbuk Sari Menempel di Kepala Putik Selanjutnya Berkecambah Membentuk Buluh Serbuk dan Bergerak Menuju Sel Telur

b. Gerak Taksis

Gerak taksis adalah gerak pindah tempat seluruh bagian tumbuhan yang arahnya dipengaruhi oleh sumber rangsangan. Dapatkah kamu menyebutkan contoh gerak taksis? Gerak taksis biasanya dilakukan oleh organisme bersel satu, misalnya pada *Euglena viridis*. Perhatikan Gambar 1.52!

Sumber: protist.i.hosei.ac.jp

Gambar 1.52 Gerak Fototaksis pada *Euglena viridis*

Euglena viridis merupakan organisme yang dapat dikelompokkan ke dalam Algae (Protista mirip tumbuhan) karena memiliki klorofil dan mampu melakukan fotosintesis. Dalam hidupnya organisme tersebut membutuhkan cahaya, oleh karena itu *Euglena viridis* akan bergerak mendekati sumber cahaya. Namun, jika intensitas cahaya terlalu tinggi, *Euglena viridis* akan berusaha menghindar. Kemampuan berpindahnya *Euglena viridis* disebabkan karena organisme tersebut memiliki alat gerak berupa flagela dan reseptor cahaya. Pergerakan *Euglena viridis* ini disebut dengan gerak **fototaksis**.

Contoh gerak taksis lainnya adalah gerakan spermatozoa tumbuhan lumut dan paku. Tumbuhan lumut dan paku bereproduksi secara seksual, akan menghasilkan sel kelamin jantan yang disebut spermatozoid. Spermatozoid mampu bergerak menuju sel kelamin betina yang terdapat pada arkegonium akibat tertarik oleh zat gula dan protein tertentu yang dihasilkan oleh arkegonium. Pergerakan spermatozoid tersebut merupakan contoh **gerak kemotaksis**. Gerak kemotaksis adalah gerak taksis tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan berupa zat kimia.

c. Gerak Nasti

Pada bagian awal pembahasan mengenai gerak pada tumbuhan, kamu telah melakukan percobaan dengan memberikan sentuhan pada tumbuhan putri malu. Apakah kamu masih ingat hasil percobaanmu? Darimana pun arah datangnya sentuhan, arah gerakan yang dilakukan daun putri malu selalu tetap, yaitu menutup dengan arah yang sama. Artinya gerakan yang dilakukan oleh tumbuhan tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang. Gerak tumbuhan yang demikian disebut dengan **gerak nasti.** Berdasarkan jenis rangsangannya gerak nasti dapat dibedakan menjadi beberapa jenis. Apa sajakah rangsangan yang dapat menyebabkan tumbuhan melakukan gerak nasti? Ayo, pelajari materi berikut ini dengan semangat!

1) Gerak Seismonasti

Gerak pada daun putri malu akibat diberi getaran atau sentuhan disebut dengan seismonasti. **Seismonasti** adalah gerak nasti tumbuhan yang dipengaruhi oleh getaran atau sentuhan.

2) Gerak Niktinasti

Apakah kamu pernah mengamati daun tumbuhan bunga merak (*Caesalpinia pulcherrima*) atau daun tumbuhan lamtoro (*Leucaena Leucocephala*)? Perhatikan Gambar 1.53! Tahukah kamu bahwa saat malam hari, daun tumbuhan bunga merak dan daun tumbuhan lamtoro akan menutup atau "tidur" dan akan

Sumber:Dok. Kemdikbud

Gambar 1.53 Gerak pada Daun Bunga Merak (*Caesalpinia pulcherrima*)

membuka saat siang hari. Pergerakan daun tumbuhan tersebut akibat adanya rangsangan berupa kondisi siang hari dan malam hari. Gerak yang demikian disebut dengan **gerak niktinasti**.

3) Gerak Fotonasti

Apakah kamu mengetahui bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*)? Perhatikan Gambar 1.54! Pada sore hari, umumnya bunga pukul empat akan mekar. Mekarnya bunga pukul empat disebabkan oleh adanya rangsangan cahaya sore hari. Gerak membukanya bunga pukul empat tersebut disebut gerak fotonasti. **Fotonasti** adalah gerak nasti pada tumbuhan yang disebabkan adanya rangsangan berupa cahaya.

Sumber:Dok. Kemdikbud

Gambar 1.54 Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*)

4) Gerak Termonasti

Bunga yang hidup di daerah yang memiliki empat musim, seperti bunga tulip yang banyak ditanam di benua Eropa, hanya dapat mekar di musim semi. Tahukah kamu mengapa demikian? Mekarnya bunga di musim semi disebabkan oleh suhu udara pada musim semi terasa lebih hangat. Gerak mekarnya bunga tulip pada musim semi disebut gerak termonasti. **Termonasti** adalah gerak nasti tumbuhan dipengaruhi oleh rangsangan yang berupa suhu.

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu stomata? Perhatikan Gambar 3.26 pada halaman 135! Stomata adalah lubang kecil yang terdapat pada permukaan daun yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya gas kabon dioksida dan uap air. Stomata dapat membuka dan menutup akibat beberapa rangsangan, yaitu kadar air, cahaya, dan suhu. Gerak membuka dan menutupnya stomata tersebut merupakan contoh gerak nasti kompleks. **Nasti kompleks** adalah gerakan tumbuhan yang dapat diakibatkan oleh beberapa jenis rangsangan.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.8 Mengidentifikasi Jenis Gerak Tumbuhan di Lingkungan Sekitar

Amati tumbuhan yang ada di sekitar kamu. Temukan 10 tumbuhan yang berbeda, kemudian identifikasi jenis gerakan yang dilakukan tumbuhan tersebut! Laporkan hasil temuanmu ke gurumu!

Tabel 1.9 Data Hasil Identifikasi Jenis Gerak Tumbuhan

No	Nama Tumbuhan	Jenis Gerakan yang Dilakukan
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Ayo, Kita Renungkan

Setiap makhluk hidup diberikan kemampuan untuk bergerak oleh Tuhan Yang Maha Esa. Dengan bergerak, kamu dapat melakukan berbagai aktivitas. Tuhan sudah menunjukkan kekuasaan-Nya dengan memberi kemampuan bergerak pada makhluk hidup. Ternyata yang dapat melakukan gerak tidak hanya makhluk hidup saja, bahkan benda tak hidup pun dapat bergerak dengan menggunakan konsep gerak pada makhluk hidup. Contoh benda mati yang dapat bergerak dengan konsep pada makhluk hidup adalah pesawat terbang. Pesawat terbang dapat bergerak

dengan menggunakan konsep gerak pada burung. Oleh karena itu, hendaklah kamu senantiasa bersyukur atas segala ciptaan Tuhan. Apa yang terjadi jika kamu tidak dapat bergerak? Tentunya kamu akan mengalami berbagai kesulitan dalam melakukan segala aktivitas. Sebagai salah satu bentuk ungkapan rasa syukur kita kepada Tuhan, maka kita harus selalu aktif dan bersemangat dalam beraktivitas, yaitu belajar dan bekerja, sehingga cita–cita kita akan tercapai. Bentuk rasa syukur kita yang lainnya adalah senantiasa menjaga kesehatan sistem gerak.

Tabel 1.10 Pernyataan untuk Refleksi Terkait Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda

No	Pertanyaan/Pernyataan	Ya	Tidak
1.	Saya senantiasa bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan alat gerak yang sempurna sehingga saya dapat melakukan berbagai macam aktivitas termasuk berangkat ke sekolah sendiri.		
2.	Saya lebih suka jalan kaki atau naik sepeda agar tulang saya sehat, daripada naik kendaraan bermotor.		
3.	Saya rajin mengonsumsi makanan (misalnya: ikan) atau minuman (misalnya: susu) yang mengandung kalsium agar tulang saya kuat.		
4.	Saya lebih suka duduk dengan posisi tegak daripada duduk dengan posisi membungkuk.		
5.	Saya rajin melakukan olahraga untuk menjaga kesehatan sistem gerak saya.		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban "ya" mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban "tidak" mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 3 : berarti kamu tidak peduli pada organ penyusun sistem gerakmu.
- Skor 4 - 6 : berarti kamu kurang peduli pada organ penyusun sistem gerakmu.
- Skor 7 - 10 : berarti kamu peduli pada organ penyusun sistem gerakmu.

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulianmu pada organ penyusun sistem gerakmu.

Info Tokoh

384 - 322 M

Aristoteles

Kecepatan benda yang jatuh dari ketinggian tertentu dipengaruhi oleh benda

936- 1013 M

Abu Al Zahrawi

Penemu asli dari teknik pengobatan patah tulang dengan menggunakan gips

980 - 1037 M

Ibnu Sina

Mengemukakan bahwa jika suatu benda tidak dikenai oleh pengaruh luar, maka benda itu akan tetap

1082-1138 M

Ibnu Bajjah

Menjelaskan tentang hukum gerakan. Menurutnya, kecepatan sama dengan gaya gerak dikurangi resistensi materi

1162 - 1231 M

Abdul Latief Al-Baghdadi

Mengembangkan kajian tentang tulang manusia, khususnya tulang rahang bawah

1564-1642 M

Galileo Galilei

Mengemukakan bahwa benda yang jatuh bebas, mengalami percepatan yang seragam terlepas dari massa, selama gaya luar dapat diminimalkan

1596 - 1650 M

Rene Descartes

Mengemukakan bahwa jika suatu benda yang diam hanya dipengaruhi oleh kekuatan (gaya) yang ditimbulkan oleh dirinya sendiri, maka benda akan tetap diam. Jika benda bergerak maka benda akan tetap bergerak dalam garis lurus

1643-1725 M

Isaac Newton

Mengemukakan teori gaya gravitasi Newton

Rangkuman

1. Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan perpindahan merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda.
2. Gerak Lurus dibedakan menjadi dua, yaitu Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).
3. Gerak Lurus Beraturan (GLB) terjadi apabila kecepatan gerak suatu benda konstan.
4. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) terjadi apabila suatu benda bergerak dengan percepatan yang konstan.
5. Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda.
6. Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. Gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan kontak langsung dengan benda yang dikenai.
7. Hukum I Newton menyatakan bahwa benda yang tidak mengalami resultan gaya ($\Sigma F=0$) akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan.
8. Hukum II Newton menyatakan bahwa percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya.
9. Hukum III Newton menyatakan bahwa ketika benda pertama mengerjakan gaya (F_{aksi}) pada benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya (F_{reaksi}) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau $F_{aksi}=-F_{reaksi}$.
10. Fungsi rangka yaitu memberikan bentuk pada tubuh dan menopang tubuh kita; melindungi organ dalam, misalnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak; tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif sehingga dapat menggerakkan tulang; sebagai tempat pembentukan sel darah (pada jenis tulang tertentu, seperti tulang paha).

11. Berdasarkan bentuknya, tulang dapat dibedakan menjadi empat jenis tulang, yaitu tulang panjang (misalnya tulang lengan atas atau humerus), tulang pipih (misalnya tulang dada atau sternum), tulang pendek (misalnya tulang ruas jari atau falang), dan tulang tidak beraturan (misalnya tulang punggung atau vertebra).
12. Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Sendi dapat dikelompokkan berdasarkan banyak sedikitnya gerakan yang mungkin dilakukan. Sendi yang tidak dapat digerakkan disebut dengan sinartrosis, misalnya sendi yang terdapat pada tulang tengkorak. Sendi yang dapat digerakkan namun terbatas disebut dengan amfiartrosis, misalnya sendi antarruas tulang belakang. Sendi yang dapat digerakkan dengan bebas disebut dengan diartrosis. Sendi diartrosis dibagi menjadi sendi peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi pelana, dan sendi geser.
13. Ada tiga jenis jaringan otot yang menyusun tubuh manusia, yaitu otot rangka, otot jantung, dan otot polos.
14. Ada beberapa macam gangguan dan kelainan yang terjadi pada sistem gerak antara lain, riketsia, osteoporosis, fraktura (patah tulang), artritis, lordosis, kifosis, dan skoliosis.
15. Hewan yang hidup di air dapat melayang-layang di dalam air dengan mengeluarkan sedikit energi karena adanya gaya angkat oleh air.
16. Kecenderungan hewan yang hidup di darat adalah memiliki otot dan tulang yang kuat. Hal tersebut diperlukan untuk mengatasi inersia (kecenderungan tubuh untuk diam) dan untuk menyimpan energi pegas (elastisitas) untuk melakukan berbagai aktivitas.
17. Berdasarkan asal datangnya rangsangan, gerak pada tumbuhan dibedakan menjadi tiga, yaitu gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.
18. Gerak endonom adalah gerak yang terjadi akibat rangsangan yang berasal dari dalam sel atau tubuh tumbuhan.
19. Gerak higroskopis adalah gerak yang terjadi karena adanya perubahan kadar air di dalam sel secara tidak merata. Contohnya membukanya buah polong-polongan dan membukanya dinding sporangium tumbuhan paku.
20. Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari luar tubuh tumbuhan (lingkungan sekitar). Berdasarkan arah respons gerak yang dilakukan tumbuhan, gerak esionom dapat dibedakan menjadi gerak tropisme, gerak taksis, dan gerak nasti.

Bagan Konsep

Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar

terdiri atas

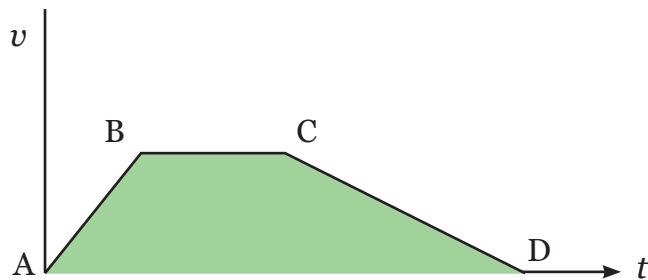
- **Gerak Benda**
  - dapat berupa: **Gerak Lurus**
    - melibatkan:
      - Jarak
      - Perpindahan
      - Kelajuan
      - Kecepatan
      - Percepatan
  - dipengaruhi: **Gaya**
    - dapat berupa:
      - Gaya Sentuh
      - Gaya Tak Sentuh
    - **Hukum Newton**
      - terdiri atas:
        - Hukum I Newton: $\sum F = 0$
        - Hukum II Newton: $\sum F = m \times a$
        - Hukum III Newton: $F_{aksi} = -F_{reaksi}$
- **Gerak Makhluk Hidup**
  - dapat berupa:
    - **Gerak pada Manusia**
      - terdiri atas:
        - Rangka (Tulang)
          - meliputi:
            - Tulang Rawan (Kartilago)
            - Tulang Sejati
        - Sendi
          - meliputi:
            - Sendi Mati (Sinartrosis)
            - Sendi Kaku (Amfiartrosis)
            - Sendi Gerak (Diartosis)
              - meliputi:
                - Sendi Peluru
                - Sendi Engsel
                - Sendi Putar
                - Sendi Pelana
                - Sendi Geser
        - Otot
          - meliputi:
            - Otot Lurik
            - Otot Polos
            - Otot Jantung
    - **Gerak pada Hewan**
      - terjadi:
        - di Darat
        - di Air
        - di Udara
    - **Gerak pada Tumbuhan**
      - meliputi:
        - Endonom
        - Higroskopis
        - Esionom
          - terdiri atas:
            - Tropisme
            - Nasti
            - Taksis

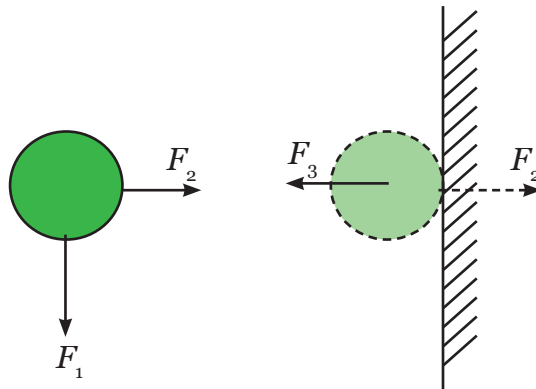
Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Fungsi sistem rangka antara lain melindungi organ internal. Pada tubuh manusia tulang yang melindungi jantung dan paru-paru serta otak secara berturut-turut adalah ....
   A. tulang belakang dan tulang rusuk
   B. tulang rusuk dan tulang tengkorak
   C. tulang tengkorak dan tulang rusuk
   D. tulang belakang dan tulang tengkorak
2. Berikut ini merupakan contoh otot yang bekerja secara sadar dan tidak sadar yang disebutkan secara berturut-turut adalah ....
   A. otot jantung dan otot dahi
   B. otot jantung dan otot trisep
   C. otot bisep dan otot jantung
   D. otot dahi dan otot gastronemius
3. Tipe persendian yang terdapat pada rahang adalah ....
   A. sendi geser
   B. sendi putar
   C. sendi pelana
   D. sendi engsel
4. Gerak tumbuhan yang memerlukan rangsang berupa perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata disebut gerak ....
   A. nasti
   B. esionom
   C. tropisme
   D. higroskopis
5. Contoh gerak tumbuhan berikut yang bukan merupakan contoh dari gerak nasti adalah....
   A. mekarnya bunga pukul empat
   B. gerak menutupnya daun putri malu
   C. menguncupnya daun tumbuhan Leguminoceae
   D. merekahnya kulit buah-buahan yang sudah kering pada tumbuhan polong-polongan

6. Perhatikan pernyataan-pertanyaan di bawah ini!
   (1) sebagian besar ikan memiliki bentuk tubuh torpedo
   (2) ekor dan sirip ikan berfungsi untuk menahan laju air
   (3) sirip tambahan diperlukan untuk melakukan berbagai gerakan di dalam air
   (4) bentuk torpedo (*streamline*) tubuh ikan berfungsi untuk mengurangi hambatan di dalam air

   Berdasarkan pernyataan-pernyataan di atas, yang mendukung ikan untuk melakukan berbagai gerakan di dalam air adalah pernyataan nomor ....
   A. (1), (2), dan (3)
   B. (1), (2), dan (4)
   C. (1), (3), dan (4)
   D. (2), (3), dan (4)
7. Seseorang yang sedang mengendarai sepeda mampu menempuh jarak 5 meter dalam waktu 2,5 sekon. Berdasarkan informasi tersebut, kecepatan anak bersepeda adalah ... m/s.
   A. 2,0
   B. 5,0
   C. 7,5
   D. 12,5
8. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah seperti digambarkan pada grafik di bawah ini.

   Titik yang menunjukkan mobil sedang mengalami peristiwa kelembaman adalah ....
   A. A – B
   B. B – C
   C. C – D
   D. D – A

9. Perhatikan gambar bola yang dilempar ke tembok akan memantul kembali seperti gambar di bawah ini!

Berikut pasangan gaya aksi-reaksi yang benar adalah ....

A. F_1, F_2 dan F_3, karena ketiga gaya tersebut menggambarkan gerak bola
B. F_1 dan F_2, karena bekerja pada benda yang sama dan arah gayanya saling tegak lurus
C. F_1 dan F_3, karena bekerja pada benda yang berbeda dan arah gayanya saling tegak lurus
D. F_2 dan F_3, karena bekerja pada benda yang berbeda dan arah gayanya saling berlawanan

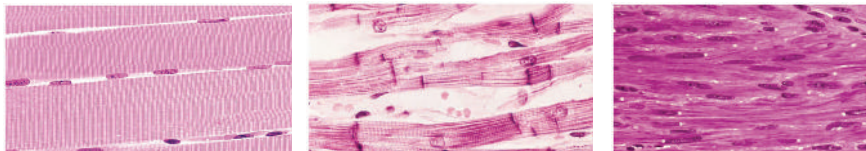
10. Perhatikan posisi burung yang sedang terbang bebas seperti pada gambar di bawah ini!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Saat terbang di udara, burung tersebut menerapkan hukum ketiga Newton dengan cara memanfaatkan sifat gesekan udara. Berdasarkan fakta tersebut, maka perbandingan besarnya gaya aksi dan reaksi antara burung dengan udara yang benar adalah ....

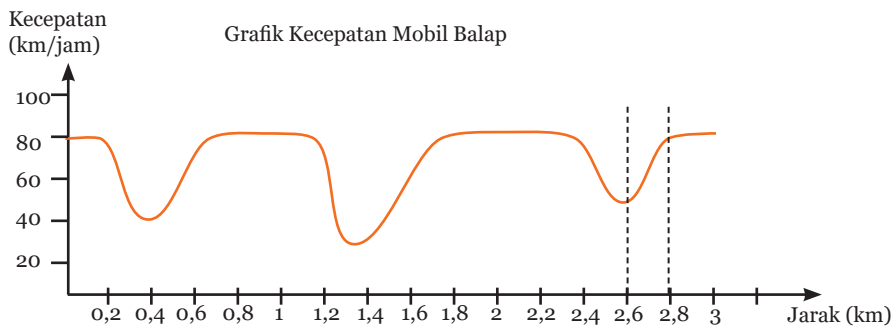
A. sama, sehingga burung dapat melayang di udara
B. sama, sehingga burung dapat terbang dengan stabil di udara
C. sama, karena gaya yang dimilikinya melebihi besar gaya gesekan udara maka burung dapat maju ke depan
D. berbeda, karena gaya yang dimilikinya lebih kecil dari gaya gesekan udara sehingga burung dapat maju ke depan

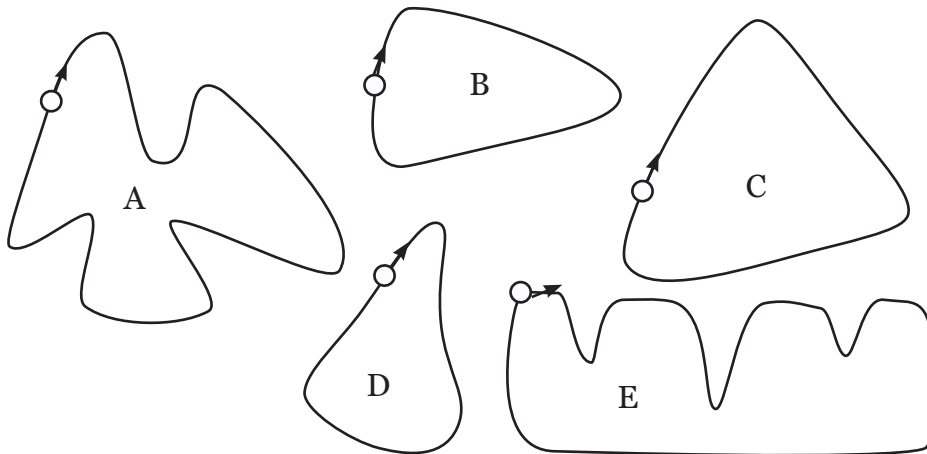
B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Perhatikan gambar ketiga jenis otot manusia berikut ini

Sumber: Campbell *et al.* 2008

(a) (b) (c)

Jelaskan nama masing-masing otot tersebut dan lokasinya dalam tubuh manusia, serta sebutkan satu (1) ciri yang nampak dari otot tersebut!

2. Mengapa kita dianjurkan untuk berjemur pada pagi hari?
3. Jelaskan perbedaan prinsip gerak yang dilakukan oleh burung, ikan, dan kuda berdasarkan bentuk tubuhnya!
4. Perhatikan gambar grafik berikut ini!

Berdasarkan gambar di atas,

a. Apa yang terjadi pada kecepatan mobil yang berada pada jarak di antara 2,6 km sampai 2,8 km?
b. Manakah dari gambar A, B, C, D, dan E berikut yang menunjukkan lintasan gerak mobil balap yang terekam pada grafik di atas?

5. Perhatikan gambar di bawah ini!

Sumber: www.bukusekolah.org

Seorang peloncat dengan berat w menekan tanah di bawahnya dengan gaya yang besarnya F dan sebagai hasilnya ia melambung ke udara.

a. Berapakah besar gaya yang dikerjakan tanah (F') terhadap peloncat? Apakah $F'=w$, $F'>w$, atau $F'<w$?

b. Berapa pula besar F' dibandingkan F? Apakah $F'=F$, $F'>F$, atau $F'<F$? Jelaskan!

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Jenis Gaya yang Bekerja pada Benda yang Bergerak dalam Kehidupan Sehari-hari

- **Permasalahan**

Dalam kehidupan sehari-hari kita dapat dengan mudah sekali menemukan benda yang bergerak. Benda dapat bergerak karena ada gaya yang memengaruhinya. Nah, apa sajakah contoh benda bergerak yang dapat kamu temui sehari-hari? Sebutkan pula gaya apa yang dapat menyebabkan benda tersebut dapat bergerak!

- **Perencanaan**

1. Buatlah perencanaan untuk mencari contoh-contoh benda bergerak dalam kehidupan sehari-hari yang terdapat di lingkungan sekitarmu. Kamu dapat mencari informasi tersebut dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Pada kegiatan perencanaan tersebut kamu dapat menuliskan waktu dan tempat yang akan kamu kunjungi untuk mencari contoh benda bergerak tersebut.
2. Lakukan kegiatan ini bersama dengan teman satu kelompokmu. Satu kelompok dapat terdiri dari 3-4 orang.
3. Setelah selesai membuat perencanaan, konsultasikan hasil perencanaan yang telah kamu rancang kepada guru atau orangtuamu.

- **Pelaksanaan**

1. Lakukan kegiatan yang sudah kamu rancang, yaitu mencari contoh benda bergerak dan mengidentifikasi jenis gaya yang dapat menyebabkan benda tersebut bergerak.
2. Catatlah hasil pengamatanmu tersebut. Kamu dapat membuat tabel seperti Tabel 1.10 untuk mencatat data hasil pengamatanmu.

Tabel 1.11 Contoh Benda Bergerak dan Jenis Gaya yang Memengaruhinya

No.	Contoh Benda Bergerak	Jenis Gaya yang Memengaruhi Gerak Benda

Lakukan kegiatan ini dengan teliti dan kritis. Apabila selama kamu menyelesaikan tugas ini kamu perlu melakukan konsultasi atau bertanya kepada seseorang, maka lakukanlah dengan baik dan sopan. Apabila kamu mengalami kesulitan, kamu dapat meminta bantuan kepada guru atau orangtuamu.

- **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan produk berupa laporan dari kegiatanmu tentang beberapa contoh benda bergerak dan jenis gaya yang dapat menyebabkan benda tersebut bergerak. Selama menyelesaikan laporan ini jangan lupa bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu dan gunakan pula kreativitasmu untuk menyusun laporan ini! Sebaiknya laporan yang kamu susun dilengkapi dengan gambar/foto kegiatan, data hasil pengamatan, dan sumber rujukan yang digunakan. Apabila kamu telah menyelesaikan laporanmu, presentasikan hasilnya di depan kelas.

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak

- **Permasalahan**

Saat ini banyak orang yang menderita kelainan atau penyakit pada sistem gerak. Tetapi belum ada kegiatan sosialisasi terkait upaya menjaga kesehatan sistem gerak. Sosialisasi dapat dilakukan dengan menyebarkan artikel ataupun poster. Melalui kegiatan sosialisasi diharapkan masyarakat mengetahui upaya untuk menjaga kesehatan sistem gerak.

- **Perencanaan**

1. Buatlah perencanaan untuk mencari satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu! Kamu dapat mencari informasi tersebut dari koran, majalah, ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Pada kegiatan perencanaan tersebut kamu dapat menuliskan waktu dan tempat yang akan kamu kunjungi untuk mencari kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak.
2. Lakukan kegiatan ini bersama dengan teman satu kelompokmu. Satu kelompok dapat terdiri dari 3-4 orang.
3. Setelah selesai membuat perencanaan, konsultasikan hasil perencanaanmu yang telah kamu rancang kepada guru atau orangtua.

- **Pelaksanaan**

1. Lakukan kegiatan yang sudah kamu rancang, yaitu mencari satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu. Jangan lupa ambillah gambar atau foto orang yang menderita kelainan atau penyakit tersebut.
2. Carilah informasi tentang penyebab serta upaya untuk mengatasi kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu.

Lakukan kegiatan ini dengan teliti dan kritis. Apabila selama kamu menyelesaikan tugas ini kamu perlu melakukan konsultasi atau bertanya kepada seseorang, maka lakukanlah dengan baik dan sopan. Apabila kamu mengalami kesulitan, kamu dapat meminta bantuan kepada guru atau orangtuamu.

- **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan produk berupa artikel atau poster yang telah kamu susun berdasarkan informasi yang telah kamu kumpulkan. Pada artikel atau poster yang kamu susun, harus memuat informasi tentang ciri-ciri atau gejala kelainan atau penyakit, faktor yang menyebabkan kelainan atau penyakit, serta upaya untuk mengatasi kelainan atau penyakit. Selama menyelesaikan artikel atau poster ini jangan lupa bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu dan gunakan pula kreativitasmu untuk menyusun artikel atau poster ini! Sebaiknya artikel yang kamu susun dilengkapi dengan gambar/foto kegiatan, data hasil pengamatan, dan sumber rujukan yang digunakan. Jika kamu membuat poster, buat uraian secara ringkas! Apabila kamu telah menyelesaikan artikel atau poster tersebut, tempelkan hasilnya di mading kelas.

2 Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari

Sumber: beritadaerah.co.id

Pernahkah kamu melihat orang yang mengangkut kelapa sawit atau barang-barang yang berat dengan menggunakan gerobak dorong? Tahukah kamu, ternyata dengan menggunakan gerobak dorong, memindahkan barang yang berat lebih mudah daripada mengangkat dengan tangan. Mengapa demikian? Agar memahaminya, ayo kita pelajari materi tentang usaha dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dengan penuh semangat!

Tuhan telah menciptakan manusia sebagai makhluk yang paling sempurna. Tuhan menganugerahkan manusia akal pikiran untuk merenungi segala makhluk yang telah diciptakan Tuhan. Melalui akal pikiran tersebut manusia dapat menemukan berbagai alat, misalnya gunting yang dapat digunakan untuk memotong kertas, membuka sebuah bingkisan atau membuka bungkus makanan, katrol yang biasa digunakan untuk mengambil air dari sumur, sekrup untuk menyatukan beberapa kayu sehingga kita dapat membuat meja, pinset untuk mengambil beberapa objek saat kamu melakukan praktikum, roda untuk mempermudah dalam memindahkan barang, dan lain sebagainya. Tanpa menggunakan beberapa alat tersebut tentu kamu akan kesulitan melakukan beberapa aktivitas yang telah disebutkan. Oleh karena itu, kamu wajib bersyukur atas anugerah akal pikiran yang diberikan Tuhan kepadamu. Kemudian bagaimana alat-alat tersebut dapat mempermudah kamu dalam melakukan berbagai aktivitas? Agar mengetahuinya, ayo kita pelajari materi ini dengan antusias!

A. Usaha

Pernahkah kamu berusaha mendorong tembok? Apakah tembok tersebut bergerak? Meskipun kamu merasa lelah dan berkeringat, namun saat kamu mendorong tembok tersebut, dikatakan bahwa kamu tidak melakukan usaha sama sekali atau usahanya bernilai nol. Mengapa demikian?

Perhatikan pernyataan-pernyataan yang terdapat pada Tabel 2.1! Analisislah manakah yang termasuk kegiatan melakukan usaha! Berapa besar usaha yang dilakukan?

Tabel 2.1 Pernyataan terkait Usaha

No	Pernyataan	Usaha	Bukan Usaha
1	Beni mendorong meja dengan gaya 10 N, sehingga meja tersebut berpindah sejauh 20 cm		
2	Mangga bermassa 500 gram jatuh dari pohonnya yang memiliki ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah		
3	Siti mendorong kereta belanjanya dengan gaya 50 N dari arah rak daging ke rak sayuran kemudian kembali lagi ke rak daging		
4	Dayu menginjak telur dengan gaya sebesar 5 N hingga telur tersebut pecah		
5	Balok bermassa 2 kg dipindahkan dengan gaya sebesar 40 N sehingga berpindah sejauh 2 m		

Semakin besar gaya yang digunakan untuk memindahkan benda, semakin besar pula usaha yang dilakukan. Semakin besar perpindahan benda, semakin besar pula usaha yang dilakukan. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa besarnya usaha (W) ditentukan oleh besar gaya yang diberikan pada benda (F) dan besar perpindahannya (Δs). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$W = F \cdot \Delta s$$

dengan:
W = usaha (joule)
F = gaya (newton)
Δs = perpindahan (meter)

Ayo, Kita Pahami

Apakah kamu sudah mulai mengetahui tentang konsep dan penerapan rumus usaha? Agar kamu lebih memahami konsep dan penerapan rumus usaha, ayo pahami pertanyaan berikut!

Lani mendorong rak dengan gaya sebesar 100 N sehingga rak tersebut berpindah sejauh 10 m, sedangkan Siti mendorong rak lainnya yang sama massa dan ukurannya dengan gaya sebesar 400 N sehingga rak tersebut berpindah sejauh 40 m. Berapakah besar usaha yang dilakukan oleh Lani dan Siti?

Diketahui:

$F_{\text{Lani}} = 100 \text{ N}$ $\quad \Delta s_{\text{Lani}} = 10 \text{ m}$

$F_{\text{Siti}} = 400 \text{ N}$ $\quad \Delta s_{\text{Siti}} = 40 \text{ m}$

Ditanya: W_{Lani} dan W_{Siti}

Jawab:

$W = F \cdot \Delta s$

$W_{\text{Lani}} = 100 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 1.000 \text{ J}$

$W_{\text{Siti}} = 400 \text{ N} \cdot 40 \text{ m} = 16.000 \text{ J}$

Jadi, besar usaha yang dilakukan oleh gaya dorong Lani adalah 1.000 J dan besar usaha yang dilakukan oleh gaya dorong Siti adalah 16.000 J.

Berdasarkan fitur "Ayo, Kita Pahami", bagaimana dengan laju energi yang dikeluarkan oleh Lani dan Siti, siapakah di antara Lani dan Siti yang mengeluarkan energi paling banyak untuk memindahkan rak? Laju energi atau daya (P) adalah besar energi yang dipergunakan dalam setiap detik, sehingga dapat ditentukan dengan cara membagi besar usaha (W) dengan selang waktunya (t), atau secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t}$$

dengan:

P = daya (watt)

W = usaha (joule)

t = waktu (sekon)

Ayo, Kita Pahami

Agar kamu dapat lebih memahami tentang energi yang diperlukan oleh Lani dan Siti untuk memindahkan rak, ayo simak contoh soal berikut!

Lani memindahkan rak dengan usaha sebesar 1.000 J dalam waktu 10 sekon, sedangkan Siti memindahkan rak tersebut dengan usaha sebesar 16.000 J dalam waktu 40 sekon. Berapakah daya yang dikeluarkan Lani dan Siti untuk memindahkan rak?

Diketahui:

W_{Lani} = 1.000 J $\quad$ t_{Lani} = 10 s

W_{Siti} = 16.000 J $\quad$ t_{Siti} = 40 s

Ditanya: P_{Lani} dan P_{Siti}

Jawab:

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P_{Lani} = \frac{1.000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 100 \text{ watt}$$

$$P_{Siti} = \frac{16.000 \text{ J}}{40 \text{ s}} = 400 \text{ watt}$$

Jadi, daya yang dikeluarkan Lani adalah sebesar 100 watt dan Siti adalah sebesar 400 watt.

Ayo, Kita Selesaikan

Beny mendorong kereta belanja dengan gaya sebesar 250 N sehingga kereta belanjanya maju ke depan sejauh 50 m. Waktu yang diperlukan oleh Beny untuk mendorong kereta belanja tersebut adalah 50 sekon. Tentukan:

a. besar usaha yang dilakukan oleh Beny untuk mendorong kereta belanja,

b. daya yang dilakukan Beny untuk mendorong kereta belanja.

B. Pesawat Sederhana

Ayo, Kita Pelajari

- Jenis-jenis pesawat sederhana
- Prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak manusia

Istilah Penting

- Pesawat sederhana
- Katrol
- Roda berporos
- Bidang miring
- Pengungkit jenis pertama
- Pengungkit jenis kedua
- Pengungkit jenis ketiga

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep pesawat sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari serta dalam sistem gerak manusia.

Pada saat kita melakukan aktivitas, kita selalu berupaya agar dapat melakukan usaha dengan mudah. Oleh karena itu, kita menggunakan alat bantu (pesawat sederhana) untuk membantu melakukan aktivitas. Agar kamu dapat memahami pentingnya pesawat sederhana bagi kehidupan sehari-hari, ayo diskusikan beberapa aktivitas berikut.

Ayo, Kita Diskusikan

Lakukan pengamatan terhadap berbagai macam aktivitas yang sering dilakukan oleh orang-orang di sekitarmu! Menurut pendapatmu, aktivitas-aktivitas tersebut lebih mudah dilakukan dengan menggunakan alat bantu atau dengan tangan saja?

Tabel 2.2 Kegiatan Sehari-hari dan Pesawat Sederhana yang Digunakan sebagai Alat Bantu

No	Jenis Kegiatan	Alat Bantu yang Digunakan
1	Memotong kertas	Alat pemotong kertas
2	Menggunting rumput	Gunting
3	Memotong daging	
4	Mencabut paku	Catut
5	Mengerek bendera	
6	dan seterusnya hingga 10 jenis aktivitas	

Berdasarkan hasil diskusi yang telah kamu lakukan, dapat diketahui bahwa manfaat dari pesawat sederhana adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia. Berikut ini akan dibahas beberapa jenis pesawat sederhana yang ada di sekitarmu. Selain itu, akan dijelaskan pula keuntungan mekanis dari penggunaan pesawat sederhana.

1. Jenis-Jenis Pesawat Sederhana

a. Katrol

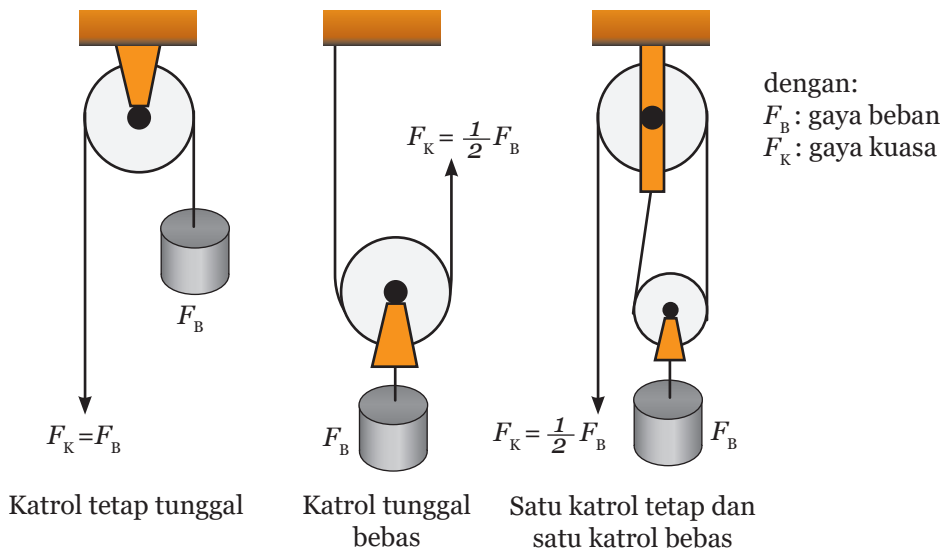
Tahukah kamu bagaimana seseorang dapat mengambil air dari sumur yang dalam dengan menggunakan timba (Gambar 2.1). Ini karena orang tersebut memanfaatkan katrol tetap yang berfungsi untuk mengubah arah gaya. Jika tali yang terhubung pada katrol ditarik ke bawah, maka secara otomatis timba yang berisi air akan terkerek ke atas. Keuntungan mekanis katrol tetap sama dengan 1. Karena pada katrol tetap tunggal, gaya kuasa yang digunakan untuk menarik beban sama dengan gaya beban.

Sumber: Dok. Kemdikbud

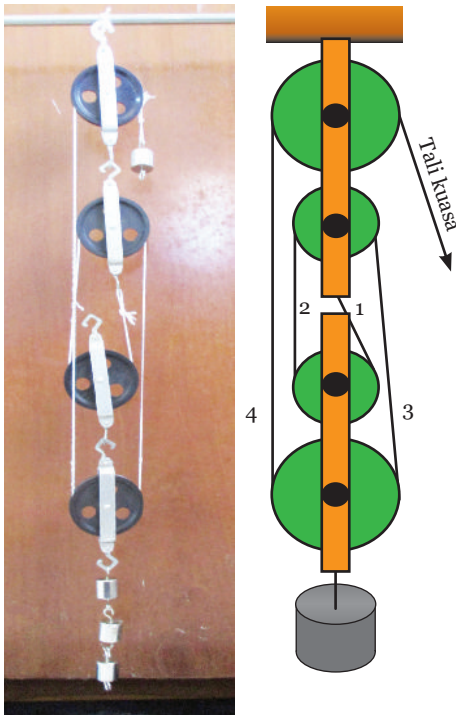
Gambar 2.1 Katrol Tetap Tunggal

Berbeda dengan katrol tetap, kedudukan katrol bebas berubah dan tidak dipasang di tempat tertentu. Perhatikan Gambar 2.2!

dengan:
F_B : gaya beban
F_K : gaya kuasa

Katrol tetap tunggal — Katrol tunggal bebas — Satu katrol tetap dan satu katrol bebas

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.2 Beberapa Jenis Katrol

Katrol bebas berfungsi untuk melipatkan gaya, sehingga gaya pada kuasa yang diberikan untuk mengangkat benda menjadi lebih kecil daripada gaya beban. Katrol jenis ini biasanya ditemukan di pelabuhan yang digunakan untuk mengangkat peti kemas. Keuntungan mekanis dari katrol bebas lebih besar dari 1. Pada kenyataannya nilai keuntungan mekanis dari katrol bebas tunggal adalah 2. Hal ini berarti bahwa gaya kuasa 1 N akan mengangkat beban 2 N.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.3 Katrol Majemuk

Agar gaya kuasa yang diberikan pada benda semakin kecil, maka diperlukan katrol majemuk. Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bebas yang dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu. Katrol majemuk biasa digunakan dalam bidang industri untuk mengangkat benda-benda yang berat. Keuntungan mekanis dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban. Misalnya seperti pada Gambar 2.3, gaya kuasa pada katrol majemuk tersebut adalah 4, karena jumlah tali yang mengangkat beban ada 4 (tali kuasa tidak diperhitungkan). Tahukah kamu, kerugian apakah yang terjadi pada penggunaan katrol majemuk? Coba diskusikan dengan teman-temanmu!

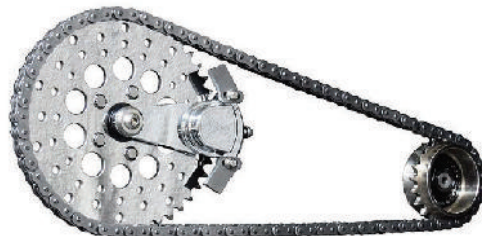
Ayo, Kita Pahami

Keuntungan mekanis (KM) adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali pesawat sederhana menggandakan gaya. Dapatkah kamu menghitungnya? Caranya dengan menghitung besar perbandingan gaya beban dengan gaya kuasa yang diberikan pada benda. Berikut adalah persamaan matematisnya:

$$KM = \frac{\text{Gaya Beban}}{\text{Gaya Kuasa}} = \frac{F_B}{F_K}$$

Tidak semua pesawat sederhana dapat menggandakan gaya. Contohnya adalah katrol tetap tunggal. Katrol ini hanya berfungsi untuk mengubah arah gaya. Oleh karena itu, pada katrol tetap tunggal hanya memiliki keuntungan mekanis sebesar 1. Hal ini disebabkan besarnya gaya kuasa sama dengan gaya beban.

b. Roda Berporos

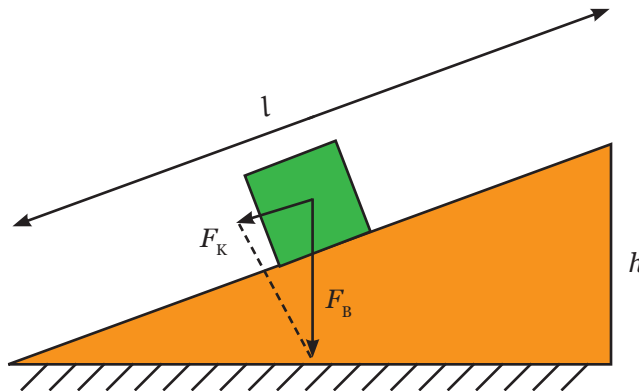
Kamu tentunya sudah tidak asing lagi dengan sepeda, bahkan sebagian besar di antara kamu pasti pernah menggunakannya. Roda gigi (*gear)* dan ban pada sepeda adalah salah satu contoh pesawat sederhana yang tergolong roda berporos. Roda gigi berfungsi sebagai pusat pengatur gerak roda sepeda yang terhubung langsung dengan roda sepeda, sedangkan roda sepeda menerapkan prinsip roda berporos untuk mempercepat gaya saat melakukan perjalanan. Gambar 2.4 menunjukkan roda gigi pada sepeda motor sebagai contoh roda berporos. Selain roda sepeda, contoh penerapan pesawat sederhana jenis roda berporos adalah pada kursi roda, mobil, dan sepatu roda.

Sumber: www.billetboard.com
Gambar 2.4 Contoh Roda Berporos: Roda Gigi pada Sepeda Motor

c. Bidang Miring

Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memperkecil gaya kuasa. Contoh penerapan bidang miring adalah tangga, sekrup, dan pisau.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 2.5 Contoh Bidang Miring: Sekrup

Perhatikan Gambar 2.6! Keuntungan mekanis bidang miring dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{KM} = \frac{\text{Gaya Beban } (F_B)}{\text{Gaya Kuasa } (F_K)}$$

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.6 Benda di Bidang Miring

Karena segi tiga yang besar sebangun dengan segitga yang kecil, maka

$$\frac{F_B}{F_K} = \frac{l}{h}$$

sehingga, $\text{KM}_{\text{bidang miring}} = \dfrac{l}{h}$

dengan:
KM = keuntungan mekanis
F_B = gaya beban
F_K = gaya kuasa
l = panjang bidang miring
h = tinggi bidang miring

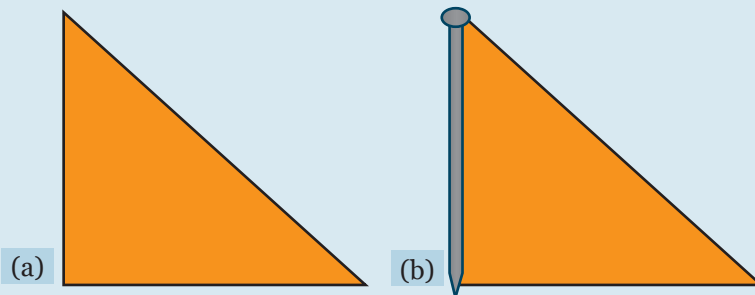
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.1 Membuktikan Bahwa Sekrup adalah Salah Satu Contoh Bidang Miring

Apa yang kamu perlukan?

1. Paku besar
2. Kertas berbentuk segitiga siku-siku

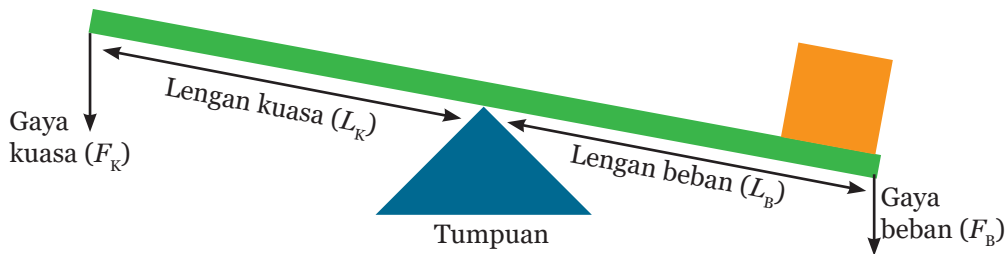
Apa yang harus kamu lakukan?

1. Meletakkan paku besar di atas kertas segitiga (Perhatikan Gambar 2.7!)
2. Gulunglah paku tersebut hingga mencapai ujung kertas! Amati bentuk kertas pada bagian sisi gulungan!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.7 (a) Kertas Berbentuk Segitiga, (b) Posisi Kertas dan Paku

3. Berdasarkan hasil pengamatanmu, buatlah kesimpulan yang berkaitan dengan penerapan bidang miring!

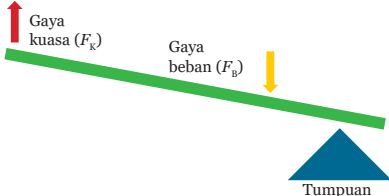
d. Pengungkit

Pengungkit merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh alat-alat yang merupakan pengungkit antara lain gunting, linggis, jungkat-jungkit, pembuka botol, pemecah biji kenari, sekop, koper, pinset, dan sebagainya. Tabel 2.3 menunjukkan berbagai jenis pengungkit yang dikelompokkan berdasarkan variasi letak titik tumpu, lengan kuasa, dan lengan beban.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.8 Posisi Lengan Kuasa dan Lengan Beban

Pengungkit dapat memudahkan usaha dengan cara menggandakan gaya kuasa dan mengubah arah gaya. Agar kita dapat mengetahui besar gaya yang dilipatgandakan oleh pengungkit maka kita harus menghitung keuntungan mekanisnya. Cara menghitung keuntungan mekanisnya adalah dengan membagi panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban. Panjang lengan kuasa adalah jarak dari tumpuan sampai titik bekerjanya gaya kuasa. Panjang lengan beban adalah jarak dari tumpuan sampai dengan titik bekerjanya gaya beban. Agar kamu mudah memahaminya, perhatikan Gambar 2.8!

Karena syarat kesetimbangan tuas adalah $F_B \times L_B = F_K \times L_K$

dan KM $= \frac{F_B}{F_K}$, maka $KM_{tuas} = \frac{L_K}{L_B}$

dengan :
KM = keuntungan mekanis
F_B = gaya beban
F_K = gaya kuasa
L_K = lengan kuasa
L_B = lengan beban

Tabel 2.3 Jenis Pengungkit yang Dikelompokkan Berdasarkan Letak Titik Tumpu, Lengan Kuasa, dan Lengan Beban

Jenis Pengungkit	Penerapan dalam Kehidupan	Konsep Pengungkit
Jenis Pertama		Gaya kuasa (F_K) Gaya beban (F_B) Tumpuan

Jenis Pengungkit	Penerapan dalam Kehidupan	Konsep Pengungkit
Jenis Kedua		Gaya kuasa (F_K) Gaya beban (F_B) Tumpuan
Jenis Ketiga		Gaya beban (F_B) Gaya kuasa (F_K) Tumpuan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Ayo, Kita Diskusikan

Menurut kamu, apakah pengungkit jenis ketiga dapat membuat gaya kuasa yang digunakan untuk mengangkat beban menjadi lebih kecil dari gaya bebannya? Jelaskan!

Ayo, Kita Pikirkan!

Beni dan ayahnya sedang bermain jungkat-jungkit di taman kota. Ketika tumpuan berada di tengah-tengah jungkat-jungkit, Beni tidak dapat mengangkat ayahnya. Bagaimanakah caranya agar Beni dan ayahnya dapat berjungkat-jungkit?

Ayo, Kita Lakukan

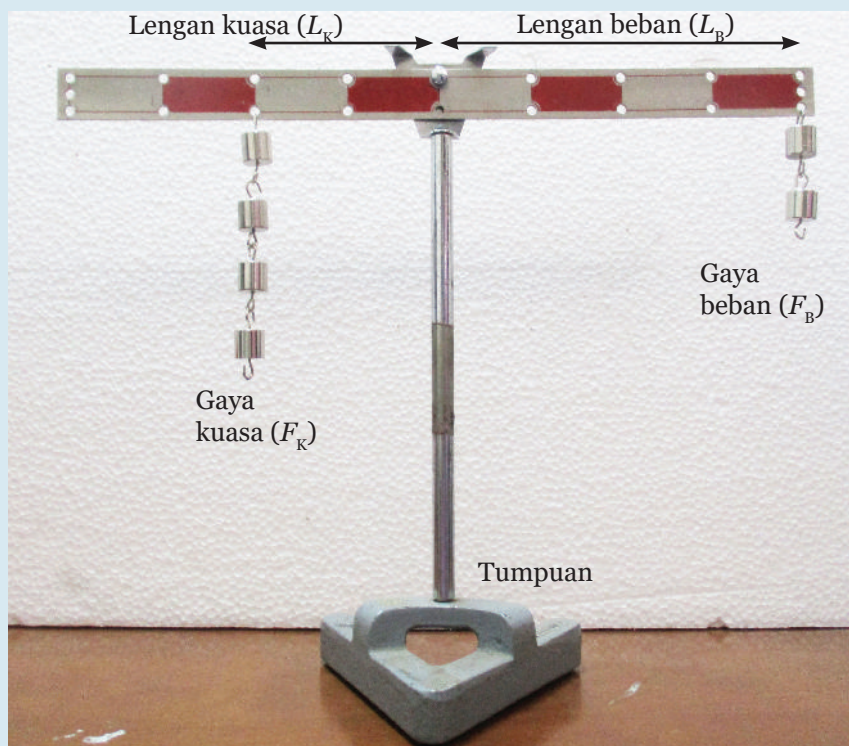
Aktivitas 2.2 Mengidentifikasi Syarat Keseimbangan Pengungkit

Jika terdapat dua orang yang memiliki berat badan berbeda, yaitu gemuk dan kurus ingin bermain jungkat-jungkit, di manakah posisi yang dapat diduduki orang yang gemuk jika orang yang kurus duduk di ujung kiri? Coba jawab pertanyaan ini dengan bantuan kegiatan berikut.

Apa yang kamu perlukan?

Set percobaan pengungkit seperti pada Gambar 2.9.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah set percobaan seperti pada Gambar 2.9.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.9 Set Percobaan Kesetimbangan Pengungkit

2. Tentukan sisi yang bertindak sebagai kuasa dan bertindak sebagai beban.
3. Gantungkan beban gantung pada sisi beban dan beban gantung lain pada sisi kuasa.
4. Aturlah jaraknya antara beban dan kuasa hingga posisinya seimbang.
5. Lakukan langkah 2-4 sebanyak 5 kali dengan menambah berat beban (F_B), tetapi letak beban (L_B) dan berat kuasa (F_K) tetap. Amati dan catat datanya pada Tabel 2.4!

Tabel 2.4 Data Hasil Pengamatan Syarat Kesetimbangan Pengungkit

No	$L_{b\,(N)}$	$L_{b\,(m)}$	$F_{k\,(N)}$	$L_{k\,(m)}$	$F_b \times L_{b\,(J)}$	$F_k \times L_{k\,(J)}$
1						
2						
3						
4						
5						

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan yang kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.3 Mengidentifikasi Pesawat Sederhana yang Ada di Rumah

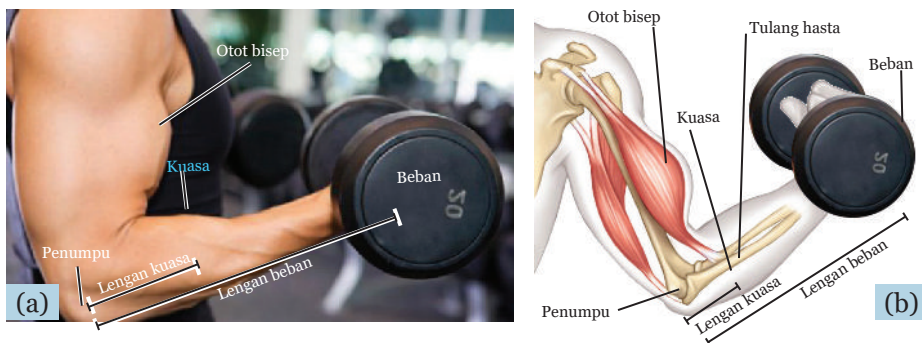
Apa yang kamu perlukan?

Buku IPA dan alat tulis.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Identifikasilah minimal 10 macam alat-alat yang termasuk pesawat sederhana yang ada di rumahmu.
2. Catatlah hasilnya di bukumu!

2. Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Sistem Gerak Manusia

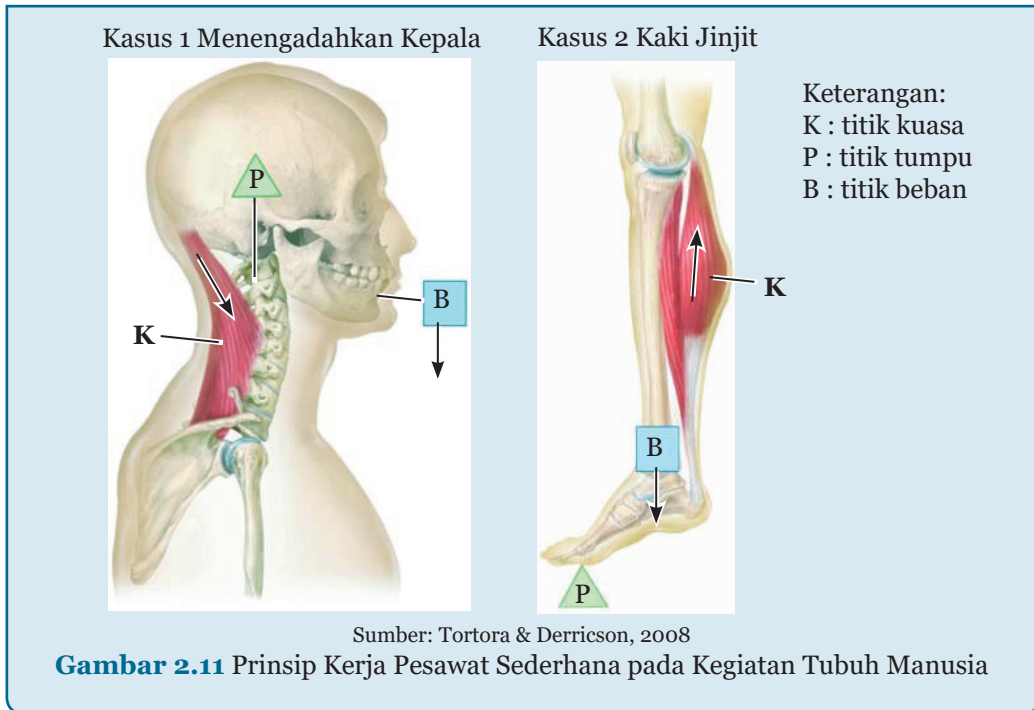
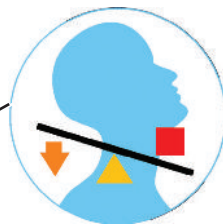
Selain pada peralatan yang biasa kamu gunakan pada kehidupan sehari-hari tersebut, prinsip pesawat sederhana juga ada yang berlaku pada struktur otot dan rangka manusia. Pada saat mengangkat barbel telapak tangan yang menggenggam barbel berperan sebagai gaya beban, titik tumpu berada pada siku (sendi di antara lengan atas dan lengan bawah), dan kuasanya adalah lengan bawah. Titik tumpu berada di antara lengan beban dan kuasa, oleh karena itu lengan disebut sebagai pesawat sederhana pengungkit jenis ketiga.

Sumber: Dok.Kemdikbud

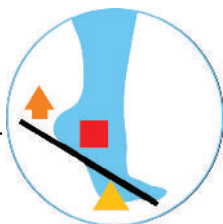
Gambar 2.10 (a) Seseorang Mengangkat Barbel, (b) Posisi Lengan Kuasa, Lengan Beban, dan Penumpu pada Tangan Saat Mengangkat Barbel

Ayo, Kita Diskusikan

Dengan menggunakan prinsip kerja pesawat sederhana, coba kamu tuliskan penjelasan untuk contoh kasus 1 dan kasus 2 penerapan prinsip pesawat sederhana pada struktur otot dan rangka manusia saat melakukan suatu aktivitas!

Sumber: Tortora & Derricson, 2008

Gambar 2.11 Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Kegiatan Tubuh Manusia

Selain pada kegiatan mengangkat barbel, jinjit, berdiri, dan menunduk, prinsip pengungkit juga dapat digunakan untuk menganalisis pola gerak tubuh pada saat bermain bulutangkis seperti pada Gambar 2.12!

PENGUNGKIT JENIS I
Titik tumpu berada di antara kuasa beban. Hal ini terjadi ketika pemain bulutangkis menggunakan otot leher untuk menengadahkan kepalanya

PENGUNGKIT JENIS III
Kuasa terletak di antara titik tumpu dan beban. Kondisi ini terjadi ketika pemain bulutangkis menegangkan otot lengan dan bahu

PENGUNGKIT JENIS II
Beban berada di antara titik tumpu dan kuasa. Kondisi ini terjadi ketika otot betis pemain bulutangkis mengangkat beban tubuhnya dengan bertumpu pada jari kakinya

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.12 Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Saat Bermain Bulutangkis

Ayo, Kita Renungkan

Konsep usaha, daya, dan pesawat sederhana hanyalah sebagian kecil ilmu Tuhan yang dapat digunakan untuk menjelaskan bagaimana sistem kerja benda-benda yang ada. Berkat ilmu tersebut kita juga dapat memahami bagaimana cara kerja anggota gerak manusia yang sangat efektif. Tulang sebagai alat gerak aktif bagaikan pengungkit yang digerakkan secara harmonis oleh gaya otot. Gerakan-gerakan pengungkit tersebut sangat efisien dengan keuntungan mekanis tertentu sehingga mampu memperkecil energi yang harus dikeluarkan oleh tubuh. Tuhan mengatakan bahwa jika air lautan adalah tinta, maka kamu takkan pernah cukup menggunakannya untuk menuliskan seluruh ilmu-Nya. Maka teruslah belajar dan tetaplah rendah hati. Pernahkah kamu membayangkan bagaimana istimewanya ciptaan Tuhan yang satu ini? Sudahkah kamu mensyukuri segala ciptaan Tuhan termasuk dengan adanya pesawat sederhana? Coba jawablah beberapa pertanyaan yang terdapat pada Tabel 2.5!

Tabel 2.5 Pertanyaan untuk Refleksi
Terkait Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu menggunakan gunting atau pisau saat memotong sesuatu secara berhati-hati?		
2	Apakah kamu membuka tutup botol dengan pembuka tutup botol secara berhati-hati?		
3	Apakah kamu menaikkan bendera pada tiang dengan menggunakan katrol?		
4	Apakah kamu membawa barang belanjaan dengan kereta dorong?		
5	Apakah kamu bersyukur dengan adanya pesawat sederhana?		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban “ya” mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban “tidak” mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 3 : berarti kamu belum memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan baik
- Skor 4 - 6 : berarti kamu telah memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan baik
- Skor 7 - 10 : berarti kamu telah memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan sangat baik

Untuk kamu yang belum memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan baik, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan motivasimu dalam belajar terkait konsep usaha dan pesawat sederhana.

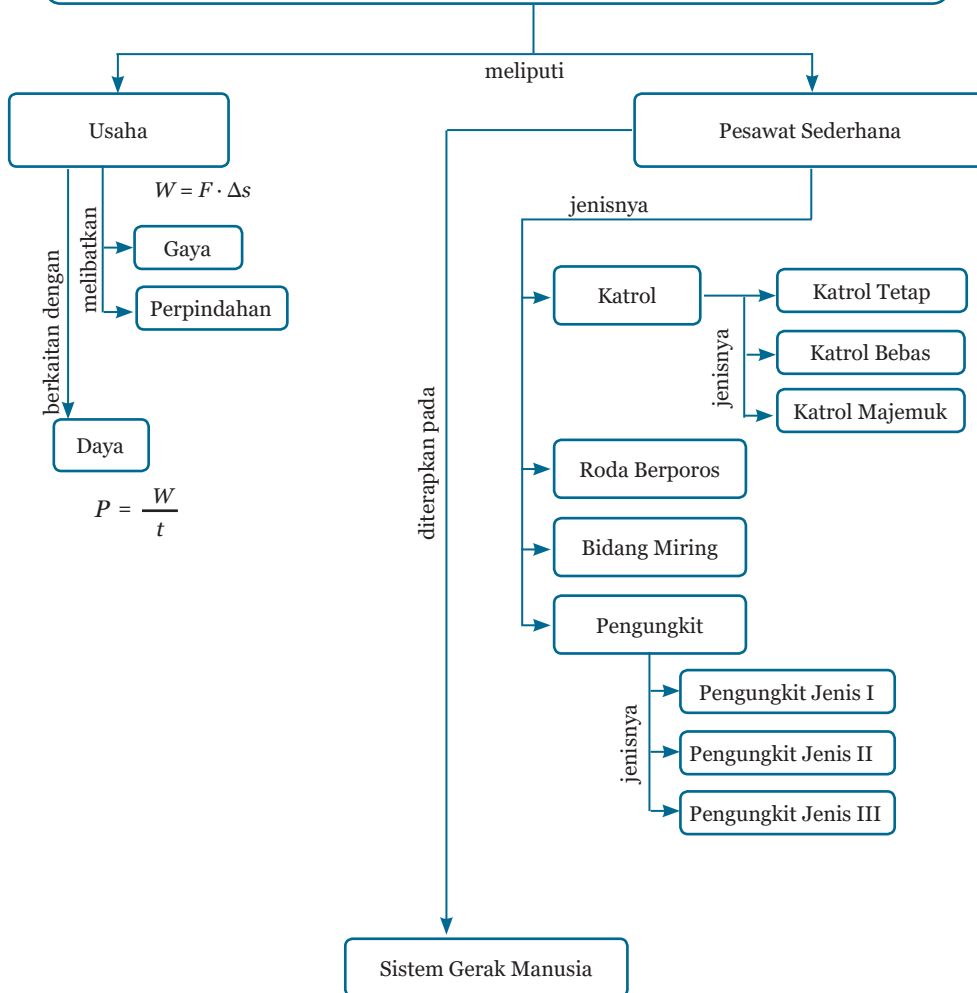
Info Tokoh

Hero of Alexandrius
10-70 SM
Menjelaskan cara pembuatan dan penggunaan pesawat sederhana katrol, baji, kerekan, pengungkit
287-212 SM
Archimedes
Penemu katrol, pengungkit, dan sekrup
1136-1206 M
Al Jazari
Menciptakan robot yang memnfaatkan prinsip roda berporos dan tuas
Al Khazini
12 M
Menjelaskan sifat pengungkit atau tuas
1761 M
Robert Hinchliffe
Penemu gunting modern
King Camp Gillette
1855-1932 M
Penemu pisau cukur
1898-1984 M
Sylvan Nathan Goldman
Penemu trolley

Rangkuman

1. Usaha adalah besarnya energi yang digunakan gaya untuk memindahkan suatu benda.
2. Besarnya usaha (W) ditentukan oleh besar gaya yang diberikan pada benda (F) dan besar perpindahannya (Δs).
3. Pesawat sederhana adalah alat yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia.
4. Keuntungan mekanis (KM) adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali pesawat menggandakan gaya.
5. Jenis-jenis pesawat sederhana ada empat, yaitu katrol, roda berporos, bidang miring, dan pengungkit.
6. Katrol terdiri atas katrol tetap dan katrol bebas. Katrol tetap berfungsi untuk mengubah arah gaya. Pada katrol tetap tunggal, gaya kuasa yang digunakan untuk menarik beban sama dengan gaya beban. Keuntungan mekanis katrol tetap sama dengan 1. Katrol bebas berfungsi untuk melipatkan gaya, sehingga gaya pada kuasa yang diberikan untuk mengangkat benda menjadi lebih kecil daripada gaya beban.
7. Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bebas yang dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu.
8. Keuntungan mekanis dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban.
9. Beberapa benda yang menerapkan prinsip roda berporos di antaranya roda sepeda, kursi roda, mobil, dan sepatu roda.
10. Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memperkecil gaya kuasa.
11. Beberapa benda yang menerapkan prinsip bidang miring di antaranya tangga, sekrup, dan pisau.

12. Pengungkit terdiri atas tiga jenis, yaitu jenis pertama yang titik tumpunya terletak di antara beban dan kuasa, jenis kedua yang titik bebannya ada di antara kuasa dan tumpu, serta jenis ketiga yang titik kuasanya ada di antara beban dan tumpu.
13. Beberapa benda yang menerapkan prinsip pengungkit antara lain gunting, linggis, jungkat-jungkit, pembuka botol, pemecah biji kenari, sekop, koper, pinset, dan sebagainya.
14. Pengungkit dapat memudahkan usaha dengan cara menggandakan gaya kuasa dan mengubah arah gaya.
15. Koordinasi otot dan tulang memiliki kesesuaian dengan prinsip pesawat sederhana.
16. Lengan merupakan salah satu organ yang menerapkan prinsip pesawat sederhana yaitu merupakan pengungkit jenis ketiga.
17. Alat-alat dalam kehidupan yang mengikuti prinsip pesawat sederhana terdiri atas katrol, roda berporos, bidang miring, dan pengungkit.

Bagan Konsep

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Perhatikan pernyataan berikut ini.
   (1) Edo mendorong meja dengan gaya sebesar 30 N sehingga meja berpindah sejauh 2 m.
   (2) Seekor kuda menarik delman dengan gaya sebesar 4.000 N sehingga delman berpindah sejauh 15 m.
   (3) Sebuah mobil menghantam sebuah pohon dengan gaya 2.000 N sehingga pohon tumbang di tempat.
   Pernyataan di atas yang merupakan contoh usaha dalam IPA adalah ....
   A. (1) dan (2)
   B. (2) dan (3)
   C. (3) dan (1)
   D. (1), (2), dan (3)
2. Dayu menarik sebuah gerobak berisi pasir dengan gaya sebesar 500 N sehingga gerobak tersebut berpindah sejauh 10 m. Berdasarkan pernyataan tersebut, besar usaha yang dilakukan Dayu adalah ... J.
   A. 5
   B. 50
   C. 500
   D. 5.000
3. Jarak yang ditempuh oleh mobil saat melaju dengan usaha sebesar 15.000 J dan gaya sebesar 500 N adalah ... m.
   A. 3
   B. 30
   C. 25
   D. 250
4. Besar daya yang dilakukan oleh seekor sapi yang menarik gerobak dengan gaya 7.000 N sehingga gerobak tersebut dapat berpindah sejauh 10 m dalam waktu 35 detik adalah ... watt.
   A. 2.000
   B. 5.000

C. 12.500
D. 24.500

5. Prinsip kerja pesawat sederhana pada saat seseorang mengangkat barbel adalah ....
A. bidang miring
B. pengungkit jenis I
C. pengungkit jenis II
D. pengungkit jenis III

6. Prinsip kerja pesawat sederhana pada saat otot betis pemain bulutangkis mengangkat beban tubuhnya dengan bertumpu pada jari kakinya adalah ....
A. bidang miring
B. pengungkit jenis I
C. pengungkit jenis II
D. pengungkit jenis III

Perhatikan gambar berikut ini! Gambar berikut sebagai acuan untuk menjawab pertanyaan nomor 7 dan 8!

(1) (2) (3) (4)

7. Alat yang termasuk ke dalam golongan bidang miring adalah ....
A. (1)
B. (2)
C. (3)
D. (4)

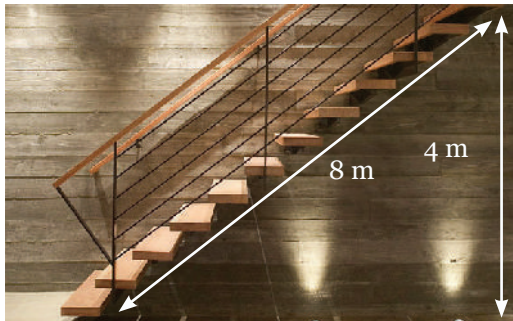
8. Alat yang termasuk ke dalam golongan roda berporos adalah ....
A. (1)
B. (2)
C. (3)
D. (4)

9. Perhatikan gambar berikut ini!

Sumber: www.dhgate.com

Prinsip kerja tangan anak yang sedang menarik koper pada gambar di atas sama dengan prinsip kerja ....

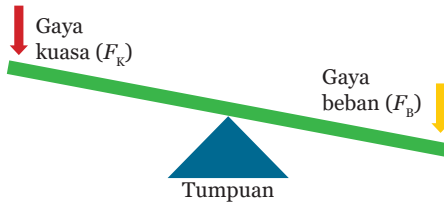
A. roda berporos
B. pengungkit jenis ketiga
C. pengungkit jenis kedua
D. pengungkit jenis pertama

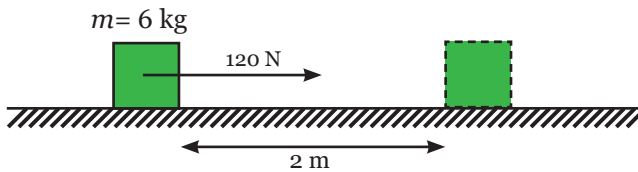
10. Berikut merupakan gambaran skematis tangga yang ada di rumah Dayu. Panjang tangga tersebut adalah 8 meter, sedangkan ketinggiannya adalah 4 meter.

Sumber: www.rumahmi.com

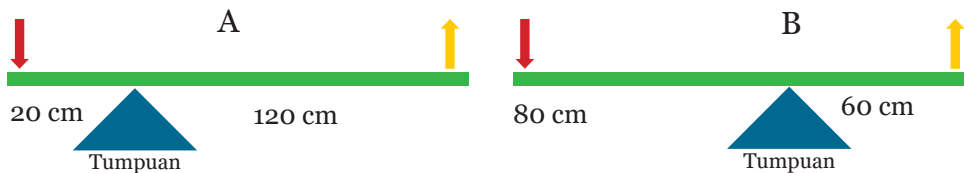
Keuntungan mekanis dari penggunaan tangga tersebut adalah ....

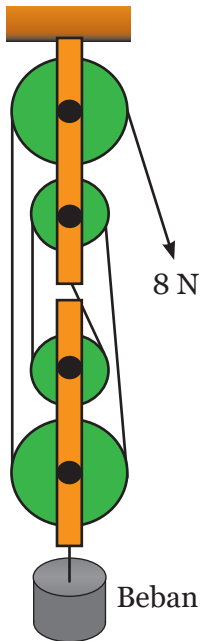
A. $\frac{1}{2}$
B. 2
D. 8
C. 4

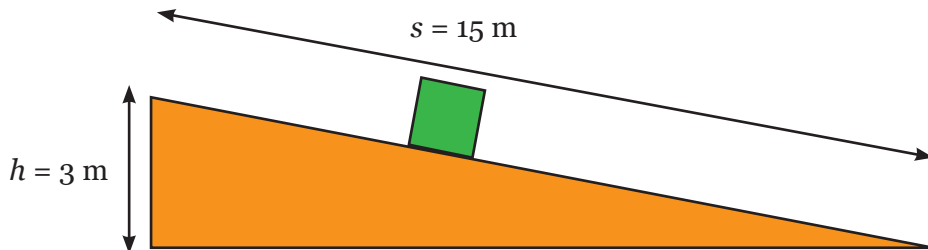
B. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan benar!

1. Perhatikan gambar berikut ini!

Termasuk pengungkit jenis berapakah gambar tersebut? Mengapa demikian? Sebutkan dua contoh benda yang ada di sekitar kamu yang menggunakan prinsip kerja pengungkit tersebut!

2. Perhatikan gambar di bawah ini!

Hitunglah:
a. Besar usaha yang dikerjakan oleh balok.
b. Besar daya yang dilakukan oleh balok dalam waktu 10 detik.

3. Perhatikan dua gambar pengungkit di bawah ini!

Pengungkit manakah yang lebih membutuhkan sedikit energi jika digunakan?

4. Perhatikan gambar berikut!

Berapakah besar beban yang ditarik oleh katrol majemuk di atas?

5. Perhatikan gambar berikut!

Berapakah besar keuntungan mekanis bidang miring tersebut?

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Permasalahan Terkait Pesawat Sederhana di Lingkungan Sekitar

- **Permasalahan**

Pesawat sederhana banyak dimanfaatkan untuk memudahkan pekerjaan manusia. Permasalahan apa sajakah di lingkungan sekitarmu yang seharusnya diatasi dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana, tetapi belum dipecahkan dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana?

- **Perencanaan**

Rancanglah kegiatan penyelidikan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada di lingkungan sekitar yang seharusnya diatasi dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana, tetapi belum dipecahkan dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana. Lakukan kegiatan ini dalam kelompok (2 orang per kelompok). Konsultasikan kepada guru perencanaan yang akan kamu lakukan.

- **Pelaksanaan**

Lakukan kegiatan yang sudah kamu rancang. Catat permasalahan yang kamu dapatkan dari hasil identifikasi dan tentukan prinsip pesawat sederhana apa yang dapat kamu sarankan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

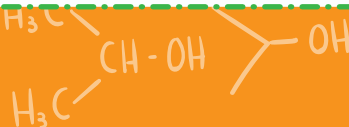
Lakukan kegiatan ini dengan sungguh-sungguh. Jika kalian mengalami kesulitan mintalah bantuan pada guru atau orangtuamu.

- **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan produk berupa laporan tertulis hasil penyelidikan tentang permasalahan yang kamu temukan serta saran penggunaan pesawat sederhana yang dapat kamu berikan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

3 Struktur dan Fungsi Tumbuhan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Apakah kamu pernah mengamati bagian-bagian tumbuhan dengan saksama? Tahukah kamu tumbuhan tersusun atas organ dan jaringan apa saja? Apakah kamu juga tahu struktur dan fungsi dari masing-masing organ dan jaringan penyusun tumbuhan? Tahukah kamu banyak struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang diaplikasikan dalam berbagai teknologi? Kamu tentu tertarik bukan untuk mengetahui jawaban pertanyaan-pertanyaan tersebut? Oleh karena itu, ayo pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah menjadikan negara Indonesia ini menjadi negara yang subur, sehingga banyak jenis tumbuhan yang tumbuh di Indonesia. Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang berperan dalam menyediakan oksigen (O_2), karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral bagi manusia serta berbagai jenis hewan yang ada di bumi. Oksigen dibutuhkan oleh manusia dan hewan untuk proses pernapasan; karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi; protein sebagai zat pembangun tubuh; vitamin dan mineral berfungsi membantu reaksi-reaksi dalam tubuh.

Salah satu jenis tumbuhan yang banyak ditanam oleh masyarakat di Indonesia adalah padi (*Oryza sativa*). Perhatikan Gambar 3.1! Tanaman padi mampu menghasilkan beras yang kemudian kita masak menjadi nasi, yang berfungsi sebagai sumber karbohidrat. Pernahkah kamu berpikir bagaimana padi dapat menghasilkan beras? Di manakah proses tersebut berlangsung? Bagian manakah dari tumbuhan yang berperan untuk proses tersebut? Kamu tentu penasaran bukan? Bayangkan juga jika di Indonesia ini tidak terdapat tumbuhan, tentunya manusia dan hewan tidak dapat hidup.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.1 Tanaman Padi (*Oryza sativa*)

Tuhan telah merancang tubuh tumbuhan dengan tersusun atas bagian-bagian yang memiliki struktur tertentu dan masing-masing memiliki fungsi khusus sehingga tumbuhan dapat melakukan berbagai proses dalam kehidupannya. Struktur tubuh tumbuhan banyak yang menginspirasi manusia untuk mengembangkan teknologi tertentu yang bermanfaat bagi manusia, misalnya struktur dan proses yang terjadi di daun. Daun memiliki struktur yang lebar, tipis, dan berfungsi untuk proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis ini energi cahaya (misalnya yang berasal dari cahaya matahari) ditangkap oleh pigmen hijau dalam daun yang kemudian diubah menjadi energi kimia. Energi kimia selanjutnya disimpan sementara untuk digunakan dalam pengubahan karbon dioksida (CO_2) menjadi glukosa. Tahukah kamu bahwa mekanisme fotosintesis ini menginspirasi manusia untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga matahari (surya)?

Masih banyak struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang menginspirasi manusia dalam mengembangkan teknologi. Kamu tertarik untuk mengetahuinya bukan? Ayo, kita pelajari materi ini dengan semangat!

A. Struktur dan Fungsi Akar, Batang, Daun, dan Bunga

Ayo, Kita Pelajari

- Organ vegetatif: akar, batang, dan daun
- Organ generatif: bunga, buah, dan biji

Istilah Penting

- Organ vegetatif
- Akar serabut
- Akar tunggang
- Organ generatif

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami bagian-bagian penyusun tubuh tumbuhan serta fungsinya bagi tumbuhan dalam melakukan proses dalam kehidupannya.

Masih ingatkah kamu bahwa tumbuhan dapat diklasifikasikan menjadi kelompok tumbuhan tidak berpembuluh (*Thallophyta*) dan tumbuhan berpembuluh (*Tracheophyta*)? Tumbuhan tidak berpembuluh (*Thallophyta*) meliputi tumbuhan lumut (*Bryophyta*). Tumbuhan berpembuluh (*Tracheophyta*) meliputi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dan tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*). Tumbuhan berbiji dapat dikelompokkan lagi menjadi tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*). Pada bagian ini kamu akan mempelajari lebih dalam tentang tumbuhan berpembuluh.

Masih ingatkah kamu apa itu organ? Organ merupakan kumpulan dari beberapa macam jaringan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan untuk melakukan fungsi tertentu. Tahukah kamu organ penyusun tumbuhan berpembuluh? Tubuh tumbuhan berpembuluh tersusun atas beberapa organ. Secara umum, organ penyusun tumbuhan berpembuluh dapat dikelompokkan menjadi organ vegetatif dan organ generatif.

Apakah organ vegetatif itu? Organ vegetatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, terutama berguna untuk penyerapan,

pengolahan, pengangkutan, dan penimbunan zat-zat makanan. Organ vegetatif tumbuhan berpembuluh terdiri atas akar, batang, dan daun. Organ generatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi dalam proses perkembangbiakan secara generatif atau seksual (didahului oleh peristiwa perkawinan). Pada tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*) organ generatif terdiri atas bunga, buah, dan biji. Sebelum kita mempelajari lebih dalam tentang organ vegetatif pada tumbuhan berpembuluh, ayo kita lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.1 Mengidentifikasi Organ Penyusun Tumbuhan beserta Fungsinya

Apa yang kamu perlukan?

1. Tumbuhan bayam (*Amaranthus* sp.), tumbuhan pacar air (*Impatiens balsamina*), kangkung (*Ipomoea reptans*), atau tanaman lainnya lengkap dengan akar, batang, dan daun.
2. Jahe/kunyit/lengkuas
3. Kentang
4. Wortel
5. Singkong
6. Tumbuhan kaktus/tumbuhan buah naga

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bersama kelompokmu, amati dan deskripsikan ciri-ciri umum dari akar, batang, dan daun dari tumbuhan bayam, pacar air, atau kangkung.
2. Jelaskan fungsi dari masing-masing organ yang telah kamu amati!

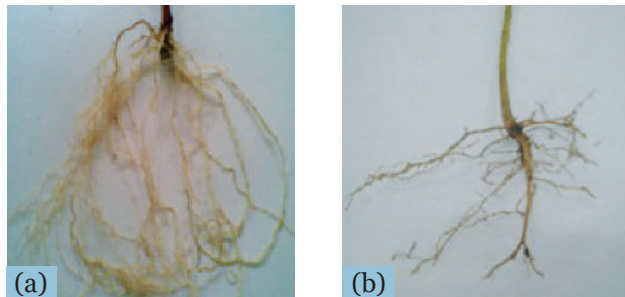
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bersama kelompokmu amatilah rimpang jahe/kunyit/lengkuas, kentang, wortel, dan singkong! Apakah termasuk batang, akar, atau daun? Kemukakan alasanmu!
2. Bersama kelompokmu amatilah tanaman kaktus/buah naga. Apakah tanaman kaktus/buah naga memiliki daun? Di manakah tempat fotosintesis tanaman kaktus?

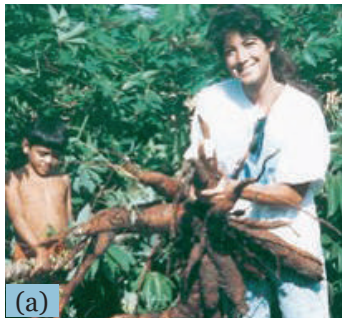
> **Apa yang dapat kamu simpulkan?**
>
> Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 3.1, dapatkah kamu membedakan antara akar dan batang? Menurutmu rimpang jahe, kunyit, dan lengkuas termasuk akar atau batang? Agar kamu dapat membedakannya, pelajarilah struktur akar dan batang berikut ini.

1. Struktur dan Fungsi Akar

Akar merupakan organ tumbuhan yang umumnya berada di bawah permukaan tanah, tidak memiliki buku-buku, tumbuh ke pusat bumi atau menuju air, warna tidak hijau (keputih-putihan atau kekuning-kuningan), dan memiliki bentuk meruncing. Pernahkah kamu mendengar sistem perakaran? Coba perhatikan Gambar 3.2. Terdapat dua jenis sistem perakaran pada tumbuhan, yaitu serabut dan tunggang. Tumbuhan monokotil seperti padi, jagung, dan rumput memiliki sistem perakaran serabut. Sebaliknya pada tumbuhan dikotil seperti kacang tanah dan mangga memiliki sistem perakaran tunggang.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.2 Sistem Perakaran Tumbuhan (a) Akar Serabut, (b) Akar Tunggang

Akar memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau medium tumbuhnya, menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya. Pada beberapa tumbuhan, akar mengalami modifikasi sehingga dapat memiliki fungsi untuk menyimpan cadangan makanan misalnya pada singkong dan bengkuang serta berfungsi juga untuk menyerap oksigen atau untuk bernapas, misalnya pada tumbuhan bakau.

Sumber: (a) Campbell *et al*. 2008. (b) Dok. Kemdikbud

Gambar 3.3 (a) Akar Penyimpan Cadangan Makanan pada Singkong, (b) Akar Napas pada Tumbuhan Bakau

Pada wortel dan lobak akar tunggang berfungsi menyimpan cadangan makanan yang akan digunakan tumbuhan selama perbungaan dan pembentukan buah. Oleh karena itu, wortel dan lobak akan dipanen sebelum perbungaan. Sekarang coba carilah akar-akar lain yang mengalami modifikasi sebagaimana terdapat pada fitur "Ayo, Kita Cari Tahu".

Ayo, Kita Cari Tahu

Lakukan pengamatan terhadap tumbuhan di sekitarmu atau carilah berbagai informasi (informasi didapat dari buku, pengamatan tumbuhan di sekitar, internet, majalah, atau koran) akar yang mengalami modifikasi struktur dan fungsinya sehingga memiliki fungsi tambahan bagi tumbuhan. Catatlah setiap informasi yang kamu dapat pada Tabel 3.1!

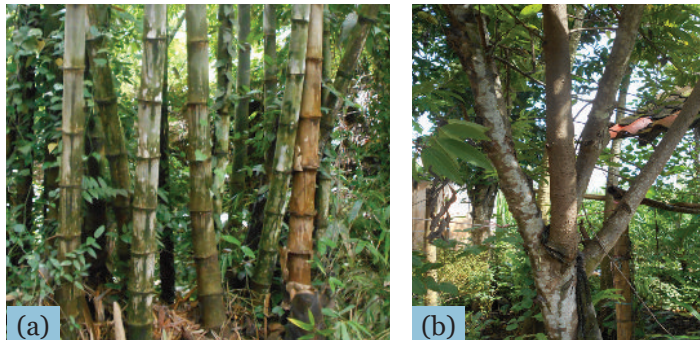
Tabel 3.1 Tumbuhan yang Akarnya Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi

No	Nama Tumbuhan	Bentuk/ Struktur Akar	Fungsi Modifikasi Akar
1	Wortel	Seperti tombak	Menyimpan cadangan makanan

2. Struktur dan Fungsi Batang

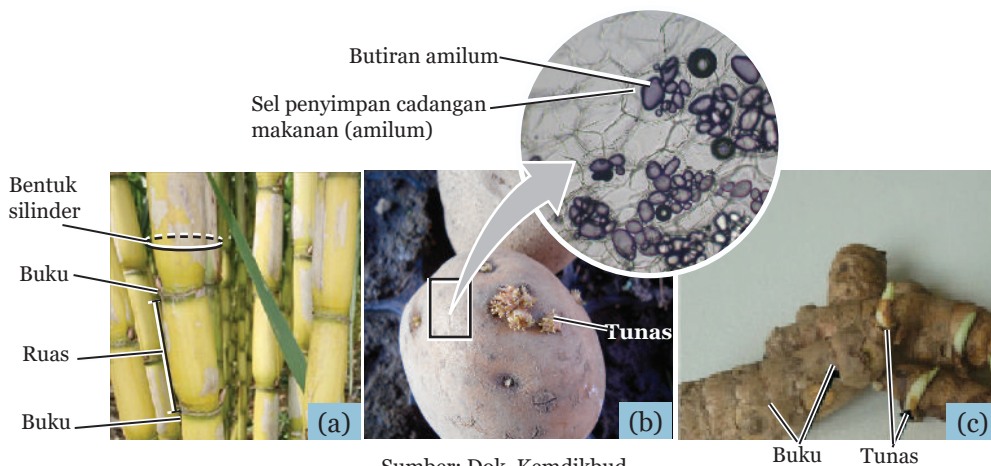
Pada umumnya tumbuhan yang kamu lihat memiliki batang yang berdiri tegak di atas tanah serta mendukung cabang, daun, dan bunga. Batang umumnya berbentuk panjang bulat seperti silinder, memiliki ruas-ruas (internodus) yang masing-masing dibatasi oleh buku-buku (nodus). Pada nodus inilah tempat melekatnya daun dan tunas. Batang memiliki banyak fungsi antara lain menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, dan sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

Tahukah kamu apa perbedaan struktur luar batang tumbuhan monokotil dan dikotil? Perhatikan Gambar 3.4 berikut.

(a) (b)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.4 Perbedaan Struktur Luar Batang Monokotil dan Dikotil, (a) Batang Bambu, (b) Batang Pohon Srikaya

Apa yang kamu amati dari batang tumbuhan monokotil dan batang tumbuhan dikotil? Batang tumbuhan monokotil memiliki ruas-ruas batang terlihat jelas (Gambar 3.4a), sedangkan batang tumbuhan dikotil ruas-ruas batang tidak terlihat jelas (Gambar 3.4b).

Pada beberapa tumbuhan, batang dapat mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan, misalnya pada tumbuhan tebu dan kentang dan rimpang kunyit. Sebagai bukti bahwa rimpang kunyit dan umbi kentang adalah batang, perhatikan Gambar 3.5! Coba jelaskan dengan kalimatmu sendiri!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.5 Tumbuhan yang Menyimpan Cadangan Makanan di Batang, (a) Tebu (b) Kentang, (c) Rimpang Kunyit

Ayo, Kita Cari Tahu

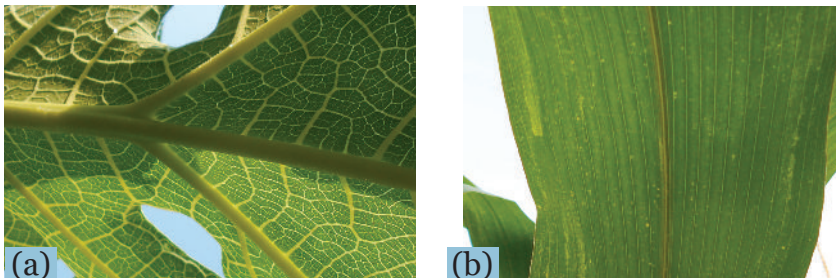
Lakukan pengamatan terhadap tumbuhan di sekitarmu atau carilah berbagai informasi (informasi didapat dari buku, pengamatan tumbuhan di sekitar, internet, majalah atau koran) batang yang mengalami modifikasi struktur dan fungsinya sehingga memiliki fungsi tambahan bagi tumbuhan. Catatlah setiap informasi yang kamu dapat pada Tabel 3.2!

Tabel 3.2 Tumbuhan yang Batangnya Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi

No	Nama Tumbuhan	Bentuk/ Struktur Batang	Fungsi Modifikasi Batang
1	Kentang	Umbi	Menyimpan cadangan makanan dan alat perkembangbiakan vegetatif

3. Struktur dan Fungsi Daun

Daun merupakan organ tumbuhan yang menempel pada batang, biasanya berbentuk tipis lebar dan banyak mengandung zat warna hijau yang dinamakan klorofil. Daun memiliki beberapa fungsi, antara lain sebagai alat untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber (bahan baku) dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan.

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa sistem perakaran dan batang antara tumbuhan monokotil dan dikotil berbeda. Demikian pula dengan daun, setiap tumbuhan memiliki bentuk, ukuran, dan warna daun yang berbeda untuk mencirikan tumbuhan tersebut. Apakah struktur luar daun monokotil dengan daun dikotil berbeda? Ada perbedaan struktur luar daun monokotil dan daun dikotil. Peruratan daun merupakan ciri untuk mengetahui suatu tumbuhan termasuk monokotil maupun dikotil. Daun monokotil memiliki peruratan daun yang sejajar, sedangkan tumbuhan dikotil memiliki peruratan daun menjala. Perhatikan Gambar 3.6!

Sumber: Dok. Kemdikbud

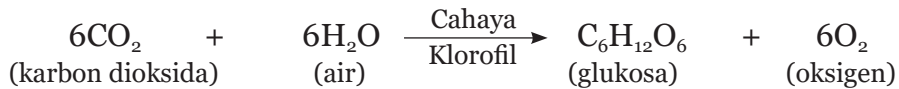
Gambar 3.6 Perbedaan Struktur Luar Daun Monokotil dan Dikotil, (a) Daun Pepaya (Peruratan Menjala), (b) Daun Jagung (Peruratan Sejajar)

Ayo, Kita Diskusikan

Berdasarkan karakteristik daun, pisang dan rumput termasuk kelompok tumbuhan monokotil atau dikotil?

Pada proses fotosintesis dibutuhkan cahaya sebagai sumber energi. Energi tersebut ditangkap oleh zat hijau daun yang disebut klorofil. Gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) digunakan sebagai

bahan baku untuk menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dan oksigen (O_2). Perhatikan reaksi berikut!

$$\underset{\text{(karbon dioksida)}}{6CO_2} + \underset{\text{(air)}}{6H_2O} \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Cahaya}} \underset{\text{(glukosa)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(oksigen)}}{6O_2}$$

Glukosa selanjutnya akan disusun menjadi zat pati/amilum $(C_6H_{10}O_5)_n$ melalui reaksi polimerisasi. Amilum tersebut kemudian disimpan dalam akar (misalnya pada singkong), batang (misalnya pada sagu), dan buah (misalnya pada padi). Bagaimana kita membuktikan bahwa fotosintesis terjadi dalam daun? Bagaimana membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan amilum? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

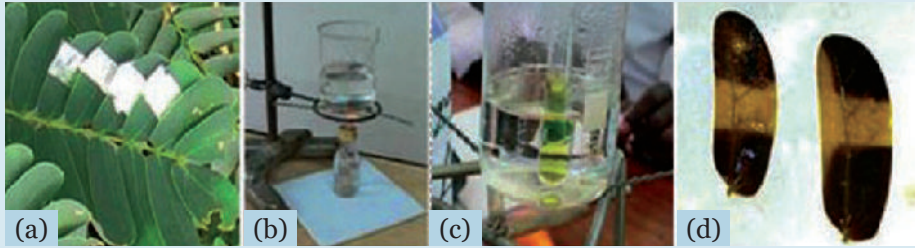
Aktivitas 3.2 Menyelidiki Adanya Amilum sebagai Hasil Fotosintesis

Apa yang perlu kamu siapkan?

1. 1 buah gelas kimia besar
2. 1 buah gelas kimia kecil atau tabung reaksi
3. Daun lamtoro/petai cina (*Sesbania grandiflora*) atau daun tumbuhan lainnya yang terdapat di lingkungan sekitarmu.
4. Iodium (Iod KI) secukupnya
5. Aluminium foil
6. Cawan petri
7. Alkohol secukupnya
8. Air secukupnya
9. 1 buah pembakar spiritus
10. Kaki tiga
11. Penjepit

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan!
2. Pada sore hari tutuplah sebagian daun lamtoro dengan menggunakan aluminium foil atau kertas timah. Perhatikan Gambar 3.7a! Petiklah daun setelah ditutup selama 6 - 12 jam.

3. Bukalah aluminium foil yang menutupi daun.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.7 Percobaan Sachs: (a) Daun yang Ditutup Aluminium Foil, (b) Daun yang Dilayukan pada Air Mendidih, (c) Klorofil yang Dilarutkan dalam Alkohol, (d) Daun yang Sudah Ditetesi Larutan Iodium (Iod KI)

4. Rebuslah air pada gelas kimia terlebih dahulu, ketika sudah mendidih masukkan daun sampai layu lebih kurang 13 menit (perebusan dilakukan untuk mematikan sel-sel pada daun). Perhatikan Gambar 3.7b. Berhati-hatilah dalam merebus daun!
5. Tiriskan dan masukkan daun tersebut ke dalam gelas kimia kecil atau tabung reaksi yang sudah diberi alkohol. Pencelupan ke dalam alkohol bertujuan untuk melarutkan klorofil sehingga daun berwarna pucat.
6. Letakkan alkohol pada meja yang berbeda dengan meja praktikum, agar jauh dari sumber api. Pada waktu akan mematikan pembakar spiritus jangan ditiup, tetapi dilakukan dengan menutupkan spiritus dengan penutupnya.
7. Masukkan gelas kimia kecil atau tabung reaksi yang berisi alkohol tersebut ke dalam gelas kimia besar yang berisi air yang sudah dipanaskan! Perhatikan Gambar 3.7c.
8. Tunggu sampai warna alkohol menjadi hijau tua dan warna daun menjadi hijau muda!
9. Setelah itu, angkat daun dari gelas kimia kecil atau tabung reaksi yang berisi alkohol, kemudian letakkan daun di wadah, dan teteskan iodium pada daun tersebut!
10. Amatilah perbedaan yang tampak pada daun yang ditutup dan terbuka tersebut!
11. Lakukan setiap langkah kerja dengan cermat dan hati-hati!

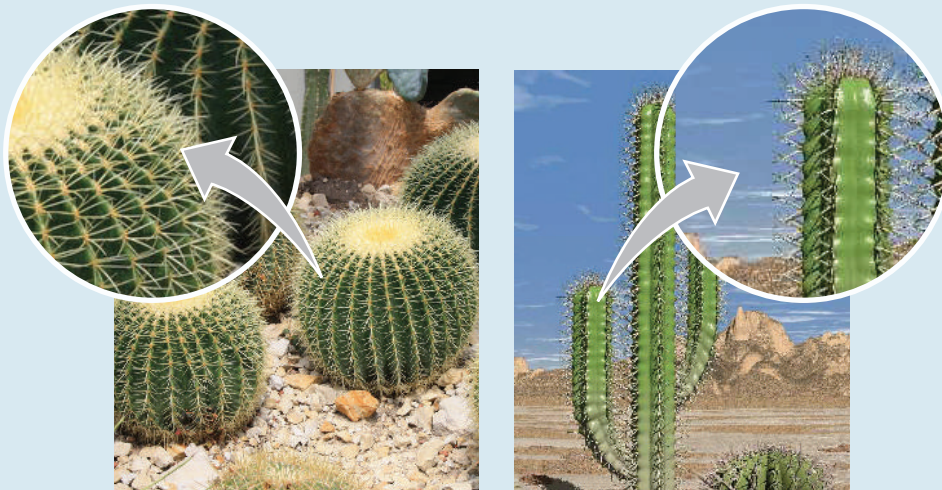
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimanakah warna daun yang ditutup (tidak mengalami fotosintesis) setelah ditetesi iodium? Bandingkan dengan warna daun yang tidak ditutup!

2. Daun yang ditetesi Iodium menjadi berwarna hitam, hal ini menunjukkan adanya amilum. Daun manakah yang mengandung amilum?
3. Tulislah laporan hasil percobaanmu pada kertas folio, lalu kumpulkan kepada guru untuk diperiksa!
4. Coba bayangkan betapa hebatnya Tuhan menciptakan tumbuhan, sinar matahari, air, udara, dan merancang segala proses yang terjadi yang sangat bermanfaat bagi kehidupanmu.

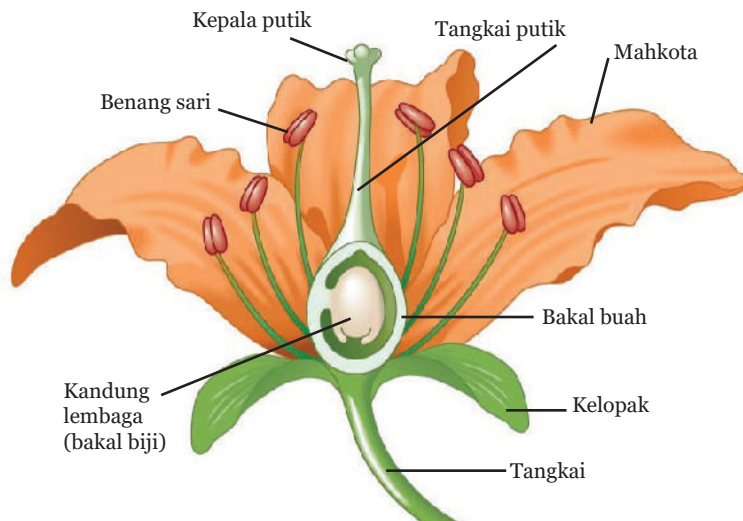
Apa yang dapat kamu simpulkan?
Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Ayo, Kita Pikirkan!

Tahukah kamu tumbuhan kaktus? Jika kamu belum pernah melihatnya perhatikan Gambar 3.8! Coba perhatikan struktur tubuh kaktus, apakah kaktus memiliki daun? Di manakah tempat terjadinya fotosintesis pada tumbuhan kaktus?

Sumber:www.devianart.net

Gambar 3.8 Tanaman Kaktus

4. Struktur dan Fungsi Bunga

Kamu tentu pernah melihat bunga bukan? Bunga merupakan alat reproduksi generatif pada tumbuhan. Bunga biasanya memiliki warna yang menarik dan berfungsi untuk menarik serangga atau hewan lain yang dapat membantu proses penyerbukan. Secara umum, bunga tersusun atas dua bagian utama, yaitu perhiasan bunga dan alat reproduksi bunga. Perhiasan bunga meliputi tangkai, kelopak (kaliks), dan mahkota (korola). Sedangkan alat reproduksi berupa benang sari (alat kelamin jantan) dan putik (alat kelamin betina). Bunga yang memiliki bagian-bagian tersebut disebut bunga lengkap. Sedangkan bunga yang tidak memiliki salah satunya disebut bunga tidak lengkap.

Sumber: Campbell *et al.* 2008

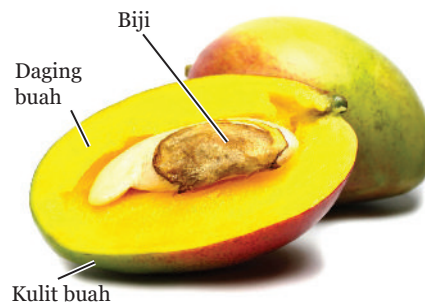
Gambar 3.9 Struktur Bunga

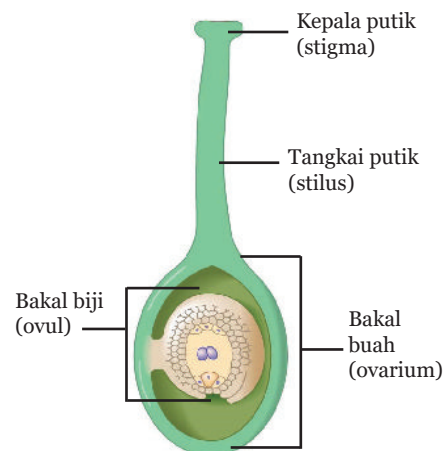
Berdasarkan keberadaan alat reproduksi dalam satu bunga, ada bunga yang memiliki benang sari dan putik dalam satu bunga. Bunga yang demikian disebut dengan bunga sempurna. Namun, ada juga bunga yang hanya memiliki satu alat kelamin saja dalam satu bunga, benang sari saja atau putik saja. Bunga yang demikian disebut bunga tidak sempurna.

Apakah struktur bunga pada tumbuhan dikotil dan monokotil sama? Tumbuhan monokotil dan dikotil dapat dibedakan berdasarkan karakteristik bunga, yaitu jumlah bagian-bagian bunga. Tumbuhan monokotil mempunyai bagian-bagian bunga seperti daun kelopak, daun mahkota, dan benang sari yang berkelipatan 3 (tiga). Pada tumbuhan dikotil mempunyai bagian-bagian bunga berkelipatan 4 (empat) atau 5 (lima).

5. Struktur dan Fungsi Buah dan Biji

Pernahkah kamu memakan buah mangga atau buah yang lain? Perhatikan Gambar 3.10! Ketika kamu makan buah biasanya di dalamnya juga terdapat biji. Tahukah kamu darimana buah dan biji berasal? Masih ingatkah kamu bagian-bagian dari bunga? Salah satu bagian dari bunga yaitu putik (pistillum). Putik terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian dasar yang menggelembung disebut bakal buah (ovarium), bagian yang memanjang disebut tangkai putik (stilus), dan kepala putik (stigma).

Di dalam bakal buah terdapat satu atau lebih bakal biji (ovul). Pada perkembangan selanjutnya, bakal buah akan berkembang menjadi buah sedangkan bakal biji akan berkembang menjadi biji. Perhatikan Gambar 3.11!

Sumber: indonesian.alibaba.com

Gambar 3.10 Buah Mangga

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.11 Struktur Putik

B. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari
- Jaringan meristem
- Jaringan dewasa

Istilah Penting
- Meristem primer
- Meristem sekunder
- Epidermis
- Parenkim
- Sklerenkim
- Xilem
- Floem

Mengapa Penting?

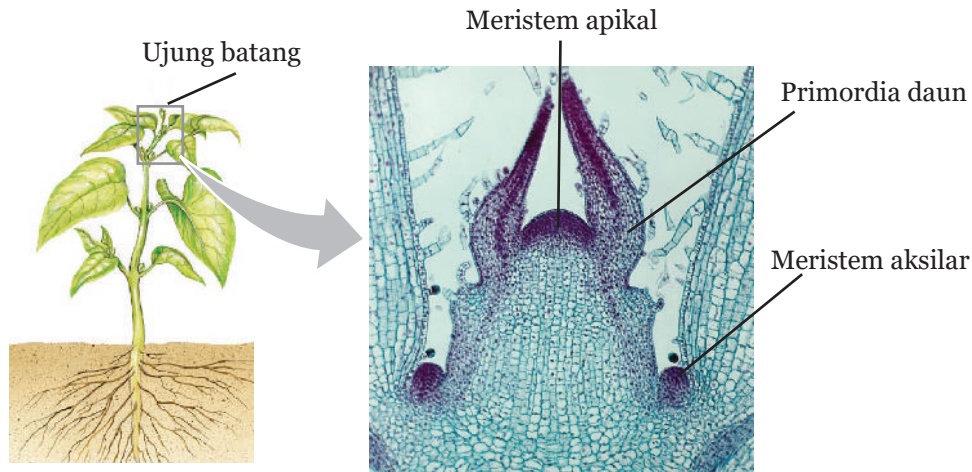
Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami jaringan penyusun tubuh tumbuhan yang mungkin dapat menginspirasi kamu dalam mengembangkan teknologi di masa depan.

Pada bagian sebelumnya, kamu telah belajar tentang organ tumbuhan bukan? Organ tumbuhan tersusun atas berbagai jenis jaringan. Masih ingatkah kamu apa itu jaringan? Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki struktur yang sama yang membentuk suatu kesatuan untuk memberikan fungsi tertentu. Sel-sel pada tumbuhan yang memiliki struktur yang sama akan terintegrasi menjadi suatu jaringan dan memberikan fungsi tertentu pada tubuh tumbuhan. Berdasarkan aktivitas pembelahan sel penyusun jaringan selama masa pertumbuhan dan perkembangan, jaringan tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi jaringan meristem (jaringan embrional) dan jaringan permanen (jaringan dewasa).

1. Jaringan Meristem

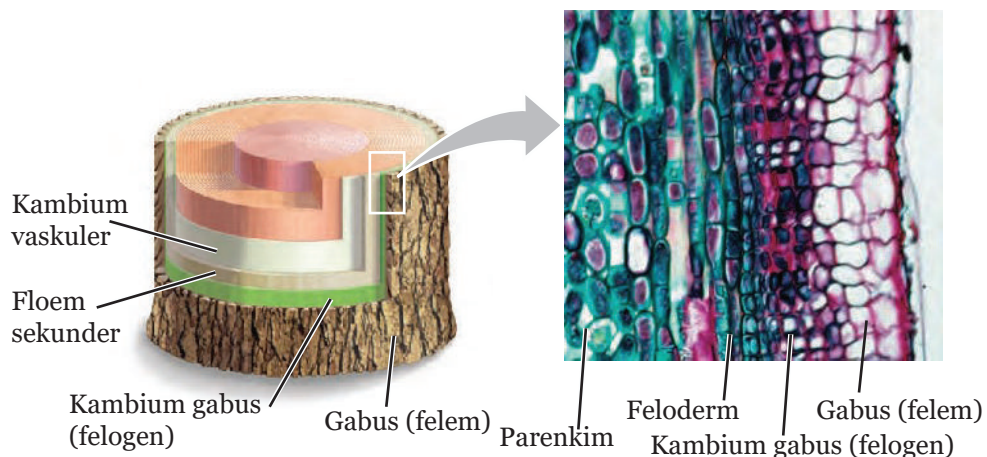
Jaringan meristem atau disebut juga jaringan embrional adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis. Hal ini menyebabkan sel-sel tumbuhan semakin bertambah dan menyebabkan tumbuhan mengalami pertambahan tinggi dan volume. Berdasarkan asal terbentuknya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu meristem primer dan meristem sekunder.

a. Meristem Primer

Meristem primer adalah jaringan meristem pada tumbuhan yang sel-selnya aktif membelah. Meristem primer pada umumnya terdapat pada ujung batang dan ujung akar oleh karena itu meristem primer menyebabkan pertumbuhan primer pada tumbuhan (pertumbuhan vertikal atau perpanjangan akar dan batang). Perhatikan Gambar 3.12!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.12 Jaringan Meristem di Ujung Batang

b. Meristem Sekunder

Meristem sekunder berasal dari sel-sel dewasa yang berubah sifatnya menjadi meristematik kembali (aktif membelah kembali). Contohnya adalah kambium pembuluh (kambium vaskuler) dan kambium gabus (felogen). Kambium vaskuler merupakan lapisan sel-sel yang aktif membelah yang terletak di antara pembuluh angkut xilem dan floem. Kambium vaskuler ini banyak terdapat pada batang dan akar tumbuhan dikotil, sedangkan tumbuhan monokotil pada umumnya tidak memiliki kambium vaskuler. Perhatikan Gambar 3.13!

Sumber: Raven *et al.* 2010

Gambar 3.13 Jaringan Meristem Sekunder

Aktivitas kambium ini menyebabkan tumbuhan mengalami pertumbuhan sekunder sehingga batang menjadi besar. Aktivitas pembelahan kambium vaskuler ke arah dalam akan membentuk xilem sekunder sedangkan pembelahan ke arah luar akan membentuk floem sekunder.

Tahukah Kamu?

Sumber:Recee *et al.* 2009

Gambar 3.14 Lingkaran Tahun

Kita dapat menentukan umur pohon dengan melihat lingkaran tahun (daerah gelap-terang) yang terbentuk pada batang pohon. Agar kamu mengetahuinya, perhatikan Gambar 3.14! Lingkaran tahun terbentuk karena aktivitas kambium vaskuler yang dipengaruhi oleh musim. Saat musim hujan banyak air yang dapat diserap oleh tumbuhan, menyebabkan pembelahan sel kambium vaskuler meningkat dan ukuran sel menjadi besar, akibatnya terbentuk daerah terang. Saat musim kemarau, air yang dapat diserap tumbuhan sedikit, sehingga pembelahannya lebih lambat. Sel-sel hasil pembelahan juga memiliki ukuran yang kecil dan rapat, sehingga terbentuk daerah gelap pada batang.

Ayo, Kita Diskusikan

Tumbuhan dikotil memiliki meristem sekunder sehingga batang tumbuhan dikotil dapat tumbuh besar. Sedangkan tumbuhan monokotil tidak memiliki meristem sekunder sehingga batang tumbuhan monokotil tidak dapat tumbuh besar. Pernahkah kamu melihat pohon kelapa atau pohon palem? Pohon kelapa dan palem merupakan tumbuhan monokotil. Namun, ketika kamu mengamati pohon tersebut ternyata memiliki batang yang besar. Coba diskusikan dengan temanmu bagaimana tumbuhan kelapa dan palem dapat memiliki batang yang besar!

2. Jaringan Dewasa

Jaringan dewasa atau disebut juga jaringan permanen merupakan jaringan yang bersifat non-meristematik atau tidak aktif membelah. Jaringan ini berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder, yang telah mengalami diferensiasi atau mengalami perubahan bentuk sehingga memiliki fungsi tertentu. Berdasarkan fungsinya jaringan dewasa dibedakan menjadi empat, yaitu jaringan pelindung, jaringan dasar, jaringan penyokong, dan jaringan pengangkut. Bagaimana struktur dan fungsi dari masing-masing jaringan tersebut? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.3 Mengidentifikasi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Apa yang kamu perlukan?

1. Daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*) (Gambar 3.15)
2. Daun durian (*Durio zibethinus*)
3. Umbi kentang (*Solanum tuberosum*)
4. Akar dan batang tanaman bayam (*Amaranthus spinosus*)
5. Akar dan batang jagung (*Zea mays*)
6. 1 buah mikroskop
7. 7 buah kaca benda
8. 7 buah kaca penutup
9. 1 buah pipet tetes
10. 1 buah silet
11. 1 buah gelas kimia 250 mL
12. Penjepit (pinset) 1 buah
13. 1 batang jarum
14. 1 batang pensil
15. Larutan kalium iodida (Larutan KI)
16. Tisu

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 3.15 Nanas kerang (*Rhoeo discolor*)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. **Pengamatan pada Daun Nanas Kerang (*Rhoeo discolor*)**
   a. Buatlah preparat basah dari irisan melintang daun tumbuhan *Rhoeo discolor*. Untuk membuat preparat dari irisan melintang

daun, letakkan bagian atas permukaan daun pada pensil, lalu selubungkan pada pensil. Secara perlahan, irislah bagian bawah permukaan daun dengan arah membujur setipis mungkin. Untuk memperoleh irisan yang tipis, lakukan pengirisan dengan arah menuju sumbu tubuh. Perhatikan Gambar 3.16!

Berhati-hatilah ketika melakukan pengirisan! Jangan sampai silet melukai bagian tubuhmu.

b. Letakkan irisan melintang pada kaca benda kemudian berilah sedikit air dengan menggunakan pipet tetes!
c. Tutuplah dengan menggunakan kaca penutup secara perlahan agar tidak terbentuk gelembung air, isap kelebihan air dengan menggunakan kertas tisu untuk mengeringkan bagian pinggirnya!
d. Amati preparat yang telah kamu buat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10 × 10 kemudian pembesaran 10 × 40!
e. Gambarlah hasil pengamatanmu pada Tabel 3.3 dengan dilengkapi keterangan nama jaringan!
f. Galilah informasi mengenai fungsi jaringan yang kamu amati!

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 3.16 Pembuatan Irisan Paradermal Daun

2. Pengamatan pada Daun Durian (*Durio zibethinus*)

a. Buatlah preparat basah dari goresan permukaan bawah daun durian.
b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

3. Pengamatan pada Umbi kentang (*Solanum tuberosum*)

a. Buatlah preparat basah dari irisan umbi kentang (*Solanum tuberosum*).
b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

4. Pengamatan pada Batang dan Akar Bayam (*Amaranthus spinosus*)

a. Buatlah preparat basah dari irisan penampang melintang akar dan batang bayam (*Amaranthus spinosus*).

b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

5. Pengamatan pada Batang dan Akar Jagung (*Zea mays*)

a. Buatlah preparat basah dari irisan penampang melintang akar dan batang jagung (*Zea mays*).

b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

Tabel 3.3 Pengamatan Struktur Jaringan Penyusun Tubuh Tumbuhan

Nama Preparat:	
Gambar dan Keterangan	
Gambar hasil pengamatan:	Nama jaringan: Fungsi jaringan:

Apa yang perlu kamu diskusikan?

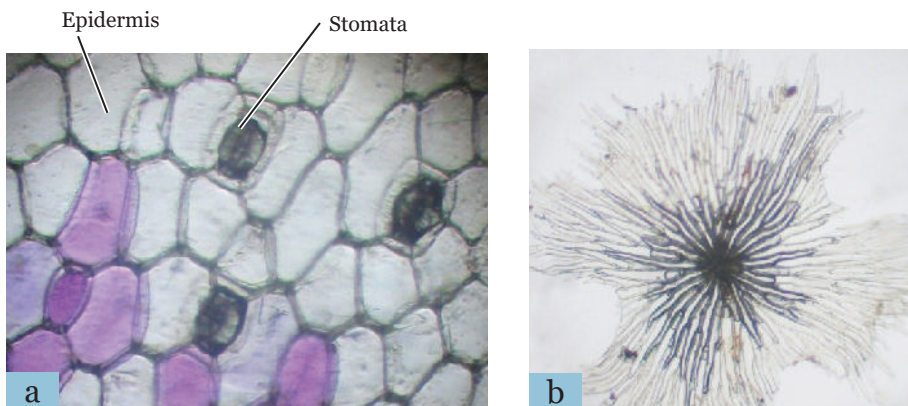
1. Berdasarkan hasil pengamatan, bagaimanakah ciri-ciri jaringan epidermis?
2. Jaringan apakah yang berbentuk serupa duri yang kamu temukan pada daun durian?
3. Bagaimanakah ciri-ciri jaringan parenkim?
4. Pada pengamatan umbi kentang, apakah fungsi lain dari jaringan parenkim? Jelaskan buktinya berdasarkan hasil pengamatanmu!
5. Coba bandingkan struktur jaringan batang jagung dan batang bayam, apakah perbedaannya?
6. Coba bandingkan struktur jaringan akar jagung dan batang bayam, apakah perbedaannya?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

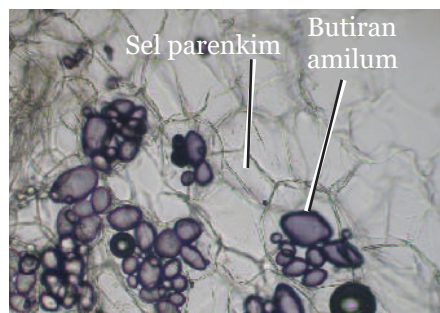
Setelah kamu melakukan Aktivitas 3.3, kamu akan melihat berbagai jenis jaringan penyusun tumbuhan. Bagaimana struktur dan fungsi jaringan tumbuhan tersebut? Untuk memahaminya, simak penjelasan berikut dengan penuh saksama!

a. Jaringan Pelindung

Jaringan pelindung terdapat di seluruh permukaan luar tumbuhan. Tumbuhan membutuhkan jaringan pelindung untuk melindungi bagian dalam tumbuhan dari berbagai pengaruh luar yang merugikan, misalnya hilangnya air akibat suhu yang meningkat dan melindungi dari kerusakan mekanik. Contoh dari jaringan pelindung yaitu jaringan epidermis. Sel-sel epidermis dapat berkembang (mengalami modifikasi) menjadi alat pelindung tambahan, misalnya stomata (mulut daun), sisik, trikoma (rambut-rambut), dan duri (spina). Perhatikan Gambar 3.17!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.17 (a) Jaringan Epidermis dan Stomata pada Tumbuhan *Rhoeo discolor*, (b) Sisik pada Durian yang Merupakan Modifikasi dari Epidermis Durian

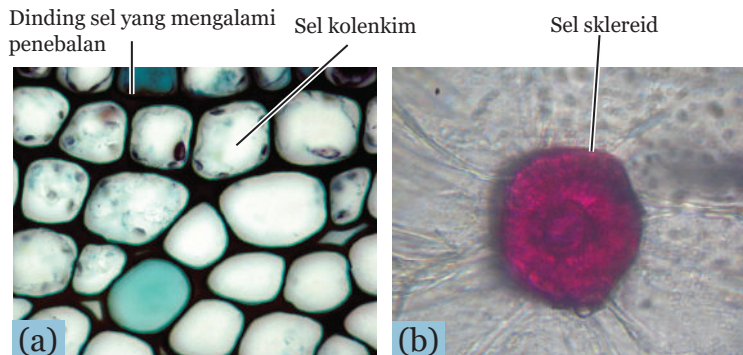
b. Jaringan Dasar

Jaringan dasar merupakan jaringan yang hampir terdapat pada seluruh bagian tumbuhan. Jaringan dasar seringkali disebut jaringan pengisi. Jaringan ini berperan penting dalam semua proses fisiologi (metabolisme) pada tumbuhan. Contoh dari jaringan dasar ini yaitu jaringan parenkim. Jaringan parenkim dapat berdiferensiasi menjadi banyak jenis jaringan parenkim lain, misalnya pada buah dan umbi (Gambar 3.18) parenkim berdiferensiasi menjadi parenkim cadangan makanan yang berfungsi

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.18 Jaringan Parenkim pada Umbi Kentang

untuk menyimpan cadangan makanan bagi tumbuhan. Pada daun, jaringan parenkim berdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan bunga karang, yang berfungsi untuk proses fotosintesis.

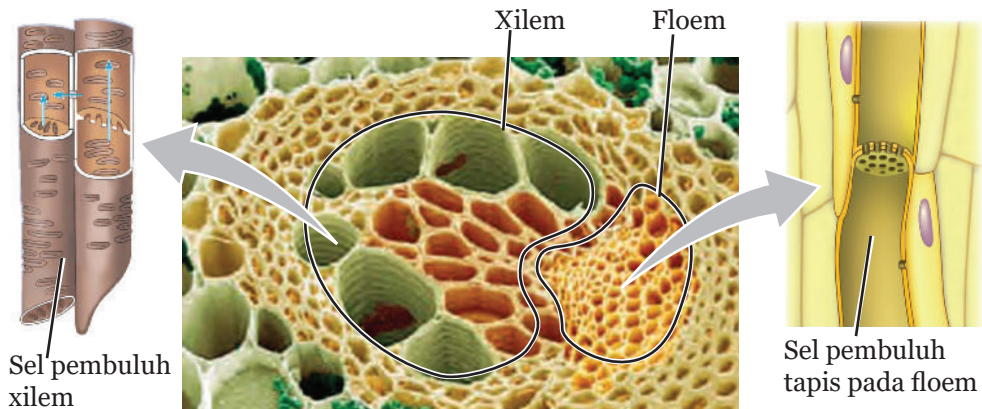
b. Jaringan Penyokong (Penguat)

Jaringan penyokong merupakan jaringan yang berperan untuk menunjang bentuk tubuh tumbuhan. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan penyokong dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim. Jaringan kolenkim merupakan jaringan yang berfungsi untuk menyokong bagian tumbuhan yang masih muda. Sel-sel jaringan kolenkim memiliki dinding sel yang mengalami penebalan, namun tidak merata. Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penguat yang bersifat permanen. Jaringan sklerenkim berfungsi untuk menyokong tubuh tumbuhan yang sudah tua. Perhatikan Gambar 3.19!

Sumber: (a) Campbell *et al.* 2008. (b) Dok. Kemdikbud

Gambar 3.19 (a) Jaringan Kolenkim pada Batang Bunga Matahari (*Helianthus annus*), (b) Jaringan Sklereid pada Buah Pir

Berdasarkan bentuk selnya, jaringan sklerenkim dibedakan menjadi dua, yaitu jaringan serat (fiber) dan jaringan sklereid. Jaringan serat terdiri atas sel-sel yang memanjang, meruncing pada kedua ujungnya, dan tersusun membentuk benang. Jaringan serat banyak ditemukan pada jaringan xilem. Jaringan sklereid terdiri atas sel-sel yang pendek, dan memiliki bentuk yang tidak teratur. Jaringan sklereid ini banyak ditemukan pada kulit kacang atau buah pir.

c. Jaringan Pengangkut (Vaskuler)

Jaringan pengangkut terdiri atas dua jenis, yaitu xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat terlarut di dalamnya dari akar menuju daun. Floem berfungsi untuk mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

Sumber: Raven *et al*. 2010

Gambar 3.20 Jaringan Xilem dan Floem

3. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Akar

Masih ingatkah kamu fungsi akar? Beberapa fungsi akar antara lain untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah, menyerap air dan mineral dalam tanah, dan pada beberapa tumbuhan berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan. Coba kamu pikirkan, mengapa akar tumbuhan mampu melakukan fungsi tersebut? Apakah ada keterkaitan antara struktur jaringan penyusun akar dengan fungsi akar? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.4 Mengamati Struktur Anatomi Akar Tumbuhan

Apa yang kamu perlukan?

1. Mikroskop
2. Silet
3. Nampan
4. Kecambah kacang tanah/kacang hijau umur 7-14 hari
5. Kecambah jagung umur 7-14 hari
6. Kaca benda dan kaca penutup
7. Pipet tetes
8. Air

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah bentuk akar pada kecambah kacang hijau dan kecambah jagung.
2. Identifikasilah, apakah akar yang diamati termasuk sistem perakaran serabut atau sistem perakaran tunggang?
3. Buatlah sayatan melintang pada akar dari tumbuhan kacang tanah dan jagung menggunakan silet! Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.
4. Letakkan sayatan akar pada kaca benda, kemudian tetesi dengan air.
5. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
6. Amatilah kedua preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali.
7. Gambarkan bagian-bagian yang teramati dan beri keterangan jaringan yang kamu amati.
8. Bandingkan struktur jaringan pada organ akar yang kamu amati dengan gambar yang ada pada buku.
9. Catatlah data pengamatan pada Tabel 3.4!

Tabel 3.4 Hasil Pengamatan Struktur Akar Tumbuhan

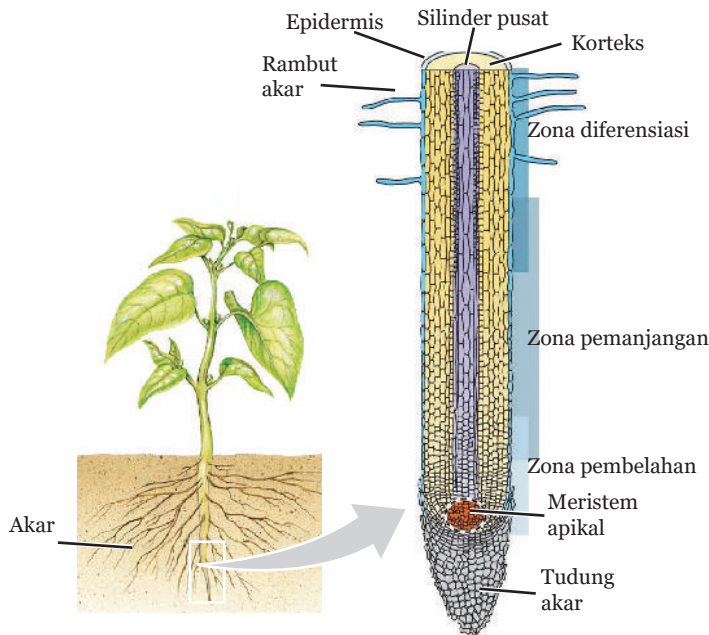
Organ Tumbuhan yang Diamati	Gambar Morfologi Akar	Sistem Perakaran (serabut/ tunggang)	Gambar Anatomi Akar
Akar kacang hijau			
Akar jagung			

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Jaringan apa sajakah yang menyusun akar?
2. Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun akar pada tumbuhan kacang hijau dan jagung!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

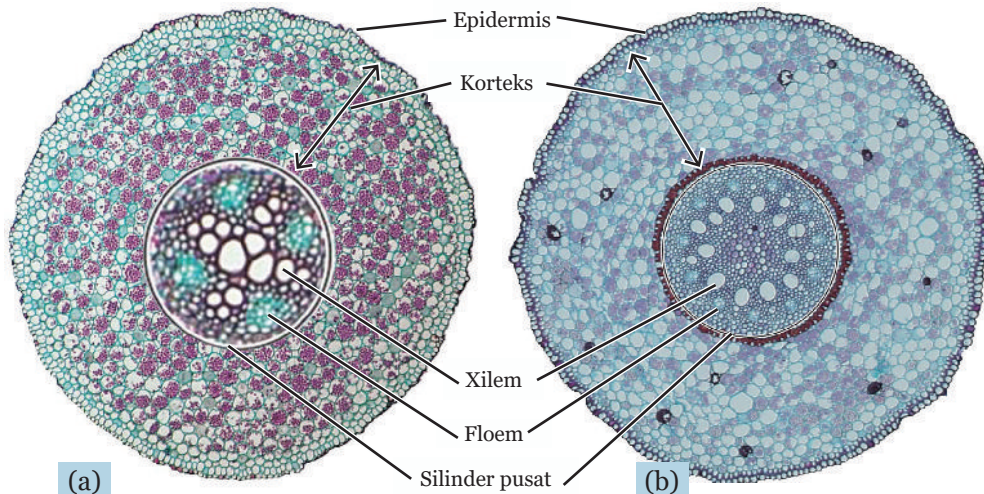
Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Perhatikan penampang membujur akar pada Gambar 3.21! Pada Gambar 3.21 kamu dapat melihat bahwa pada bagian ujung akar terdapat jaringan meristem apikal dan tudung akar.

Sumber: Campbell *et al.* 2008

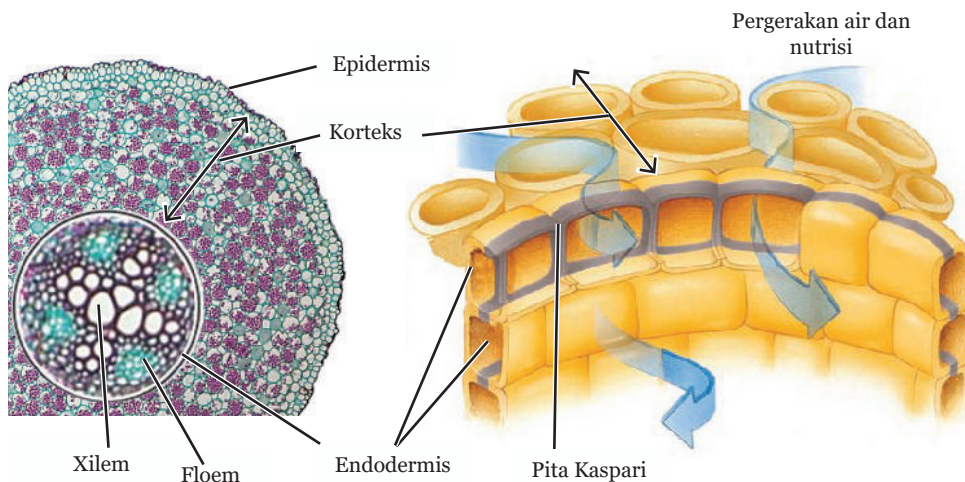
Gambar 3.21 Penampang Membujur Akar

Jaringan meristem apikal inilah jaringan yang sel-selnya terus membelah membuat akar semakin panjang. Tudung akar berfungsi untuk melindungi sel-sel meristem tersebut saat membelah sehingga dapat menembus tanah tanpa mengalami kerusakan dan akar dapat menambatkan tubuh tumbuhan dengan kuat ke dalam tanah. Kamu sudah paham bukan bagaimana akar mampu memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan ke tanah? Selain menambatkan tubuh tumbuhan ke tanah, akar juga berfungsi untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah. Mengapa akar mampu memiliki fungsi tersebut?

Akar tersusun atas epidermis, korteks, dan silinder pusat. Epidermis merupakan bagian terluar akar. Sel-sel epidermis memiliki dinding yang tipis, sehingga air dan mineral mudah masuk ke dalam sel-sel epidermis yang kemudian diteruskan ke dalam korteks dan silinder pusat. Pada bagian tertentu sel-sel epidermis juga mengalami modifikasi menjadi rambut akar yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan air dan mineral. Bagian yang lebih dalam dari

epidermis yaitu korteks. Korteks ini tersusun atas jaringan parenkim yang dinding selnya tipis dan tersusun renggang. Korteks ini berfungsi untuk tempat penyimpanan cadangan makanan bagi tumbuhan. Perhatikan Gambar 3.22!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.22 Penampang Melintang Akar, (a) Akar Tumbuhan Dikotil, (b) Akar Tumbuhan Monokotil

Lapisan terdalam dari korteks disebut endodermis. Lapisan endodermis tersusun atas satu lapis sel yang membatasi korteks dengan silinder pusat. Pada endodermis terdapat bentukan seperti pita yang disebut **pita Kaspari**. Pita Kaspari berfungsi untuk mengatur jalannya mineral yang diserap oleh akar agar menuju ke silinder pusat. Di sebelah dalam endodermis terdapat daerah silinder pusat atau stele. Silinder pusat tersusun atas jaringan pengangkut dan jaringan pendukung lainnya seperti perisikel dan parenkim empulur. Sel-sel perisikel berfungsi untuk membentuk cabang akar. Berkas pengangkut pada silinder pusat terdiri atas xilem yang berfungsi mengangkut air dan mineral dari tanah menuju batang hingga ke daun dan floem yang berfungsi mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

Sumber: Campbell *et al*. 2008

Gambar 3.23 Lapisan Endodermis dan Pita Kaspari

4. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Batang

Masih ingatkah kamu fungsi batang? Beberapa fungsi batang antara lain menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan, serta pada beberapa tumbuhan, batang juga berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan.

Coba kamu pikirkan, mengapa batang mampu melakukan fungsi tersebut? Apakah ada keterkaitan antara struktur jaringan penyusun batang dengan fungsi batang? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.5 Mengamati Struktur Anatomi Batang Tumbuhan

Apa yang kamu perlukan?

1. Mikroskop
2. Silet

3. Nampan
4. Kecambah kacang tanah/kacang hijau umur 7 hari
5. Kecambah jagung umur 7-14 hari
6. Kaca benda dan kaca penutup
7. Pipet tetes
8. Air

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah bentuk batang pada kecambah kacang hijau dan kecambah jagung.
2. Buatlah sayatan melintang pada batang dari tumbuhan kacang hijau dan jagung menggunakan silet! Usahakan irisan setipis mungkin. Untuk memperoleh irisan yang tipis, lalukan pengirisan dengan arah menuju sumbu tubuh. Berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.
3. Letakkan sayatan batang pada kaca benda, kemudian tetesi dengan air.
4. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
5. Amatilah kedua preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10 × 10 (100 kali).
6. Gambarkan bagian-bagian yang teramati dan beri keterangan jaringan yang kamu amati.
7. Bandingkan struktur jaringan pada organ batang yang kamu amati dengan gambar yang ada pada buku.
8. Catatlah data pengamatan pada Tabel 3.5!

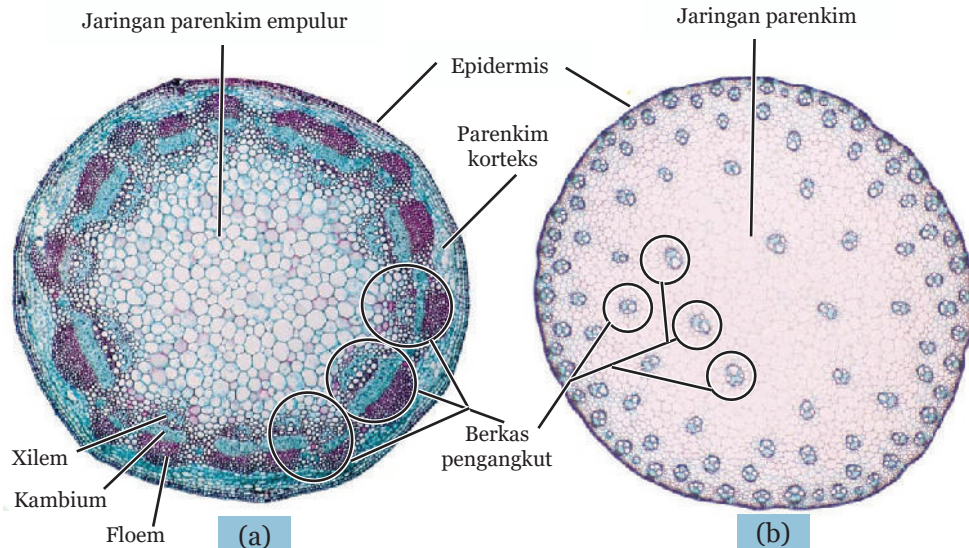
Tabel 3.5 Hasil Pengamatan Struktur Batang Tumbuhan

Organ Tumbuhan yang Diamati	Gambar Morfologi Batang	Gambar Anatomi Batang
Batang kacang hijau		
Batang jagung		

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Jaringan apa sajakah yang menyusun batang?
2. Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun batang pada tumbuhan kacang hijau dan jagung!

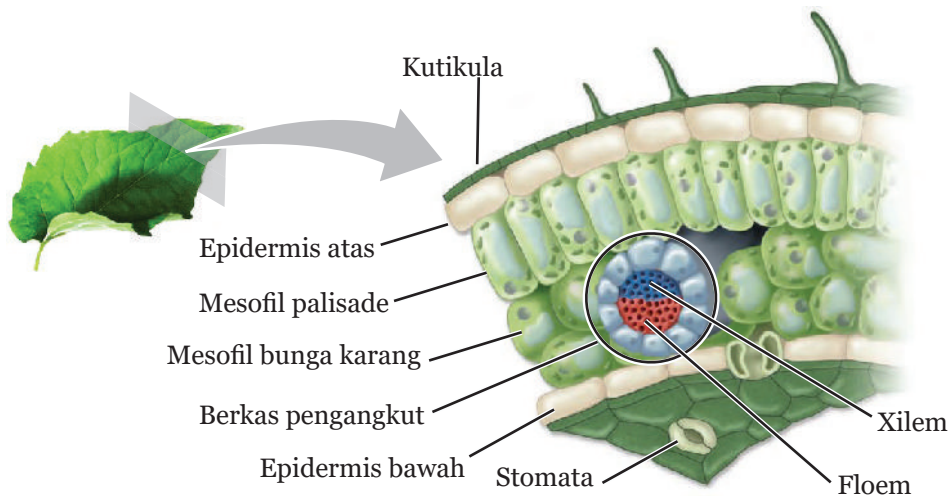
> **Apa yang dapat kamu simpulkan?**
> Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Seperti halnya akar, batang juga memiliki epidermis, korteks, dan berkas pengangkut. Perhatikan Gambar 3.24!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

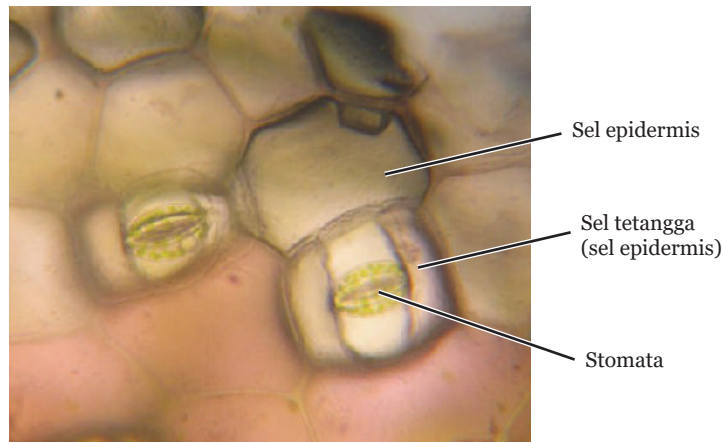
Gambar 3.24 Penampang Melintang Batang, (a) Batang Dikotil, (b) Batang Monokotil

Bagian terluar batang yang masih muda tersusun atas jaringan epidermis. Pada batang tumbuhan dikotil yang sudah dewasa, epidermis akan rusak dan digantikan oleh **periderm** atau **jaringan gabus**. Pada bagian yang lebih dalam dari epidermis terdapat korteks. Korteks pada batang juga tersusun atas jaringan parenkim. Pada beberapa tumbuhan, seperti tebu, kentang, dan rimpang kunyit, di daerah korteks inilah cadangan makanan disimpan. Berkas pengangkut pada batang merupakan kelanjutan berkas pengangkut pada akar. Melalui berkas pengangkut ini, air dan mineral yang diserap akar diteruskan oleh berkas pengangkut pada batang untuk menuju daun. Pada batang dikotil, berkas pengangkut tersusun dalam lingkaran, sedangkan pada batang monokotil, berkas pengangkut tersebar. Antara xilem dan floem pada berkas pengangkut tumbuhan dikotil terdapat kambium vaskuler yang aktif membelah. Masih ingatkah kamu jaringan yang dibentuk oleh pembelahan meristem tersebut?

5. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Daun

Masih ingatkah kamu fungsi daun? Daun memiliki beberapa fungsi, antara lain untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan untuk fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan. Bagaimana daun tumbuhan mampu melakukan fungsi tersebut? Coba perhatikan Gambar 3.25!

Sumber: Raven *et al.* 2010

Gambar 3.25 Penampang Melintang Daun

Pada permukaan atas dan bawah daun terdapat jaringan yang disebut epidermis. Jaringan ini berfungsi melindungi jaringan di dalam daun. Pada beberapa tumbuhan, daun juga dilapisi oleh lapisan lilin yang disebut kutikula yang berfungsi untuk mengurangi penguapan. Sel-sel epidermis dapat mengalami modifikasi menjadi stomata, sisik, dan rambut-rambut. Stomata dapat membuka dan menutup, menyesuaikan kondisi lingkungan. Pada tumbuhan umumnya, saat siang hari stomata membuka, sehingga karbon dioksida dapat masuk ke dalam daun untuk digunakan dalam fotosintesis. Pada tumbuhan yang hidup di daerah kering, misalnya kaktus, stomata menutup saat siang hari. Hal ini dilakukan agar tidak banyak air dalam tubuh yang hilang karena menguap lewat stomata. Pada tumbuhan tersebut stomata baru membuka saat malam hari.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.26 Stomata pada Daun *Rhoeo discolor*

Tahukah kamu pada bagian mana fotosintesis terjadi? Coba perhatikan kembali Gambar 3.25. Di bawah lapisan epidermis atas terdapat jaringan yang berbentuk silinder, tersusun padat menyerupai tiang, dan banyak mengandung klorofil. Jaringan ini disebut jaringan palisade atau jaringan tiang. Di bawah jaringan palisade terdapat jaringan bunga karang, tersusun dari sel-sel yang bentuknya tidak teratur, tersusun longgar, dan juga mengandung klorofil. Kedua jaringan ini merupakan jaringan mesofil. Jaringan mesofil ini sebenarnya merupakan jaringan parenkim yang mengandung klorofil. Di dalam jaringan mesofil inilah terjadi proses fotosintesis. Pada tumbuhan monokotil, mesofil tidak berdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan bunga karang, tetapi tersusun atas sel-sel parenkim yang mengandung klorofil yang memiliki ukuran seragam. Di dalam daun juga terdapat jaringan xilem yang membawa air dan mineral dari batang dan jaringan floem yang berfungsi membawa hasil fotosintesis dari daun untuk disalurkan ke seluruh tubuh tumbuhan.

Tahukah Kamu?

Klorofil ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) atau disebut juga zat hijau daun sangat efektif menyerap cahaya warna merah, biru, dan ungu. Klorofil memantulkan atau meneruskan cahaya warna hijau dan sedikit kuning. Cahaya hijau dan sedikit kuning yang dipantulkan atau diteruskan ini akan ditangkap oleh mata manusia sehingga manusia melihat bahwa daun berwarna hijau kekuningan.

Ayo, Kita Cari Tahu

Pada bagian sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa tumbuhan memiliki jaringan xilem yang berfungsi mengangkut air dan mineral dari tanah menuju daun untuk digunakan dalam fotosintesis. Apakah kamu pernah melihat pohon kelapa atau pohon lain yang tinggi? Pernahkah kamu berpikir bagaimana air dan mineral yang ada di bawah permukaan tanah dapat naik menuju daun melalui xilem? Coba cari tahu mekanisme atau faktor-faktor yang menyebabkan air dan mineral dapat naik dari bawah tanah menuju daun yang letaknya sangat tinggi!

C. Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Jaringan Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari

- Panel surya
- Sensor cahaya
- Alat pemurnian air

Istilah Penting

- *Solar cell*
- Fotoresistor
- Fotoreseptor
- Lilin (*wax*)
- *Aquaporin*

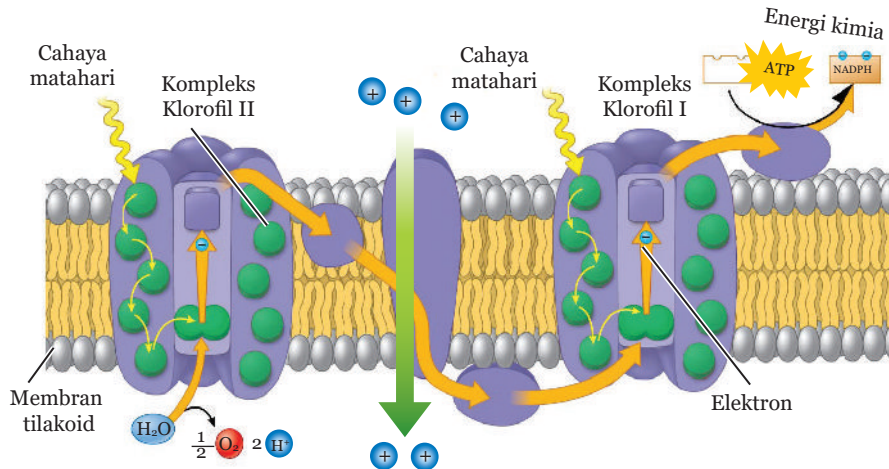
Mengapa Penting?

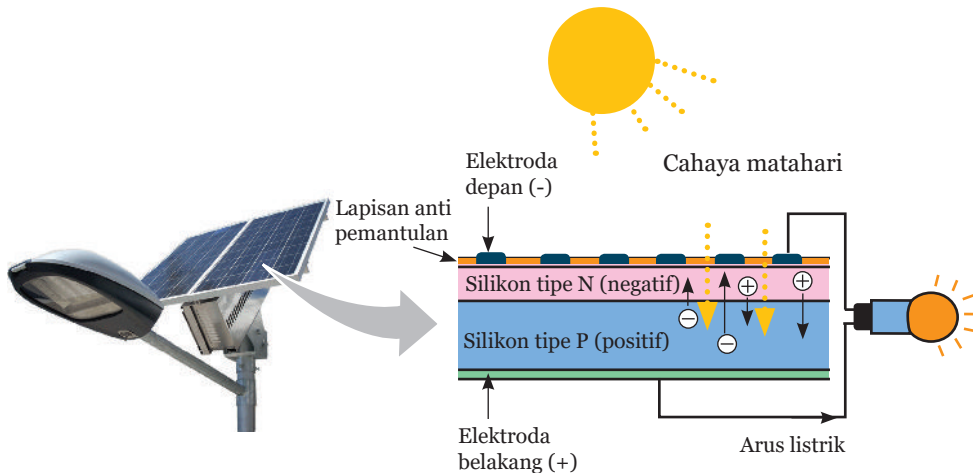
Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami bagaimana ilmuwan mengembangkan teknologi yang terinspirasi dari struktur jaringan tumbuhan yang mungkin juga dapat menginspirasi kamu dalam mengembangkan teknologi di masa depan.

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari struktur organ dan jaringan yang menyusun tumbuhan serta fungsinya. Menarik bukan? Tahukah kamu, bahwa struktur organ dan jaringan tumbuhan tersebut menginspirasi manusia untuk mengembangkan teknologi yang memiliki banyak manfaat bagi manusia. Apa saja teknologi yang telah dikembangkan? Ayo kita pelajari!

1. Panel Surya (*Solar Cell*)

Pernahkah kamu melihat panel surya? Panel surya merupakan alat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Ketika cahaya matahari menabrak permukaan panel surya menyebabkan

elektron (partikel penyusun atom yang bermuatan negatif) pada panel surya bergerak melalui suatu konduktor dan menjadi arus listrik. Tahukah kamu bahwa mekanisme kerja panel surya ini terinspirasi oleh mekanisme fotosintesis yang terjadi pada daun tumbuhan. Perhatikan Gambar 3.27 dan Gambar 3.28!

Sumber: Dok. Kemdikbud

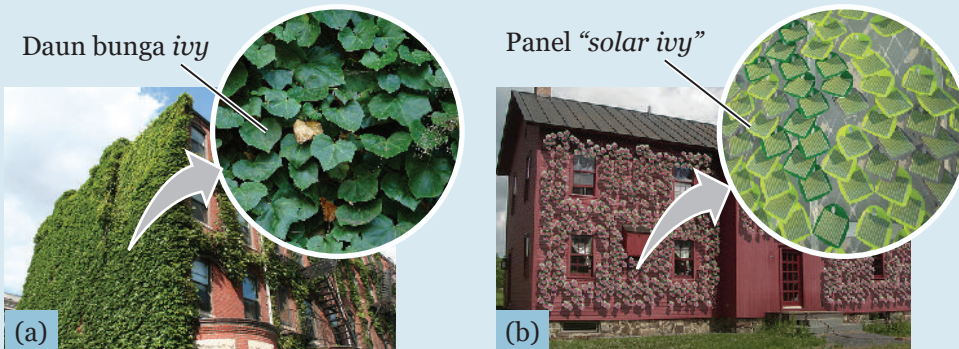
Gambar 3.27 Reaksi Pengubahan Energi Cahaya Menjadi Energi Kimia dalam Proses Fotosintesis di Daun

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.28 Panel Surya dan Komponen Penyusunnya, Mengubah Energi Cahaya Menjadi Energi Listrik

Kamu masih ingat fotosintesis bukan? Pada proses fotosintesis juga dibutuhkan cahaya dan zat hijau daun yang disebut klorofil. Melalui fotosintesis ini dihasilkan oksigen (O_2) dan glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Saat daun terkena sinar matahari klorofil akan menyerap energi

cahaya. Elektron pada kompleks klorofil akan bergerak melalui suatu saluran dan menyebabkan muatan positif ikut bergerak. Muatan positif ini selanjutnya bergerak menuju kompleks enzim yang berfungsi menghasilkan energi kimia berupa ATP dan NADPH. Energi ATP dan NADPH ini selanjutnya akan digunakan untuk mengubah CO_2 menjadi glukosa.

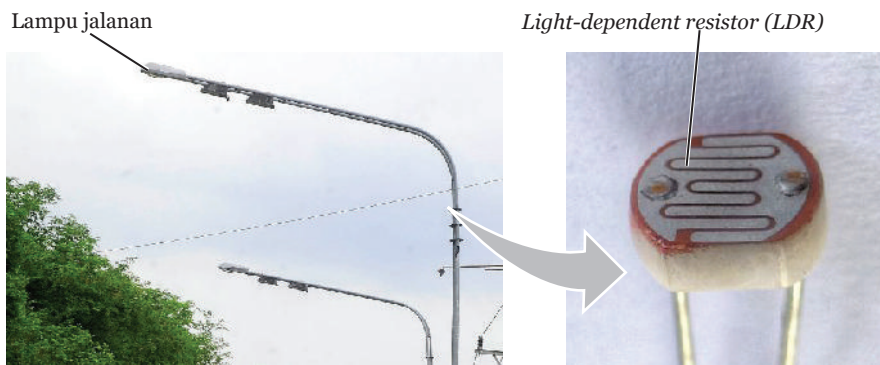
Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu melihat tumbuhan yang tumbuh merambat pada dinding rumah, misalnya tumbuhan sirih? Selain sirih banyak jenis tumbuhan yang hidupnya merambat, misalnya bunga ivy. Bunga ivy merupakan tumbuhan yang banyak hidup di benua Eropa. Tumbuhan tersebut merambat pada dinding bangunan untuk mendapatkan sinar matahari yang diperlukan untuk fotosintesis. Jika kita mencermati daun yang tumbuh, pasti daun-daun tumbuhan itu menghadap ke arah datangnya sinar matahari. Pertumbuhan tumbuhan yang merambat dan struktur daun tumbuhan tersebut menginspirasi ilmuwan untuk mengembangkan pembangkit listrik. Pembangkit listrik tersebut dikenal dengan "*solar ivy*". Perhatikan Gambar 3.29!

Sumber: www.solarivy.com

Gambar 3.29 (a)Tanaman Ivy yang Merambat pada Bangunan, (b) Panel Solar Ivy

Solar ivy ini dapat dipasang dengan pola sesuai dengan keinginan kita sehingga memiliki nilai estetika yang bagus, namun tetap dapat menghasilkan energi listrik dari sinar matahari.

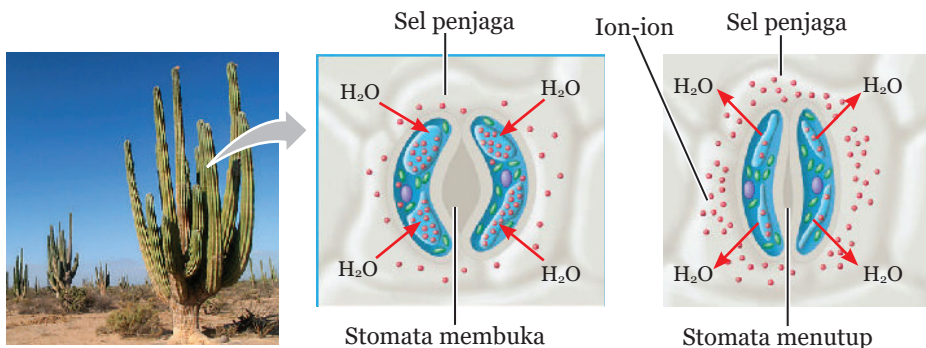
2. Sensor Cahaya

Ketika kamu mengamati lampu penerangan jalan, beberapa lampu penerangan jalan tersebut ada yang dapat menyala sendiri ketika menjelang malam dan mati sendiri saat menjelang pagi tanpa harus dinyalakan dan dimatikan secara manual. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi? Lampu penerangan jalan tersebut mampu menyala dan mati secara otomatis karena dilengkapi dengan sensor cahaya yang disebut fotoresistor atau *light-dependent resistor (LDR)* dan sakelar pengatur *on* dan *off*. Fotoresistor ini mampu mendeteksi ada dan tidak adanya cahaya di lingkungan sekitar. Fotoresistor ini merupakan resistor atau hambatan listrik yang dapat diubah nilai hambatannya melalui penyinaran cahaya. Hambatan listrik dari fotoresistor ini akan berkurang jika terkena cahaya, dengan kata lain jika terdapat cahaya alat ini mampu menghantarkan listrik. Perhatikan Gambar 3.30!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.30 Lampu Jalanan dan Sensor Cahaya (*light-dependent resistor*)

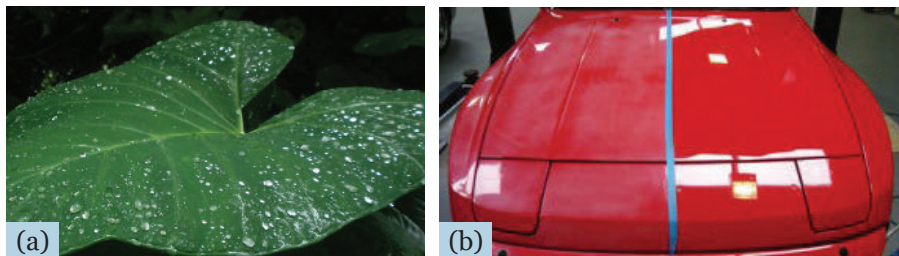
Saat menjelang pagi, sinar matahari akan mengenai fotoresistor. Menyebabkan listrik mengalir menuju sakelar. Aktifnya sakelar ini malah akan mematikan aliran listrik utama, sehingga lampu penerangan jalan menjadi mati. Saat menjelang malam, aliran listrik tidak dapat mengalir melalui fotoresistor ini sehingga tidak ada aliran listrik yang mengalir menuju sakelar. Akibatnya sakelar berada dalam kondisi *on* sehingga lampu penerangan menyala.

Tahukah kamu bahwa mekanisme pada lampu penerangan tersebut juga terinspirasi oleh mekanisme yang terjadi pada tumbuhan? Kamu tentu tahu tanaman kaktus bukan? Tanaman kaktus hidup di daerah gurun yang kering. Tumbuhan kaktus memiliki stomata yang unik.

Stomata kaktus akan membuka saat malam hari dan akan tertutup saat siang hari untuk mengurangi penguapan air. Proses membuka dan menutupnya stomata didukung oleh aktivitas sel penjaga stomata. Sel penjaga ini memiliki reseptor cahaya yang disebut fotoreseptor yang peka terhadap cahaya. Saat siang hari yang terik fotoreseptor pada sel penjaga akan menangkap cahaya dan menyebabkan air dalam sel penjaga dipompa keluar dengan bantuan ion-ion. Akibatnya sel penjaga akan mengecil dan lubang stomata tertutup. Saat malam hari, air dipompa lagi masuk ke dalam sel penjaga dengan bantuan ion-ion, sehingga sel penjaga menjadi lebih besar, akibatnya stomata menjadi terbuka. Perhatikan Gambar 3.31!

Sumber: Dok. Kemdikbud

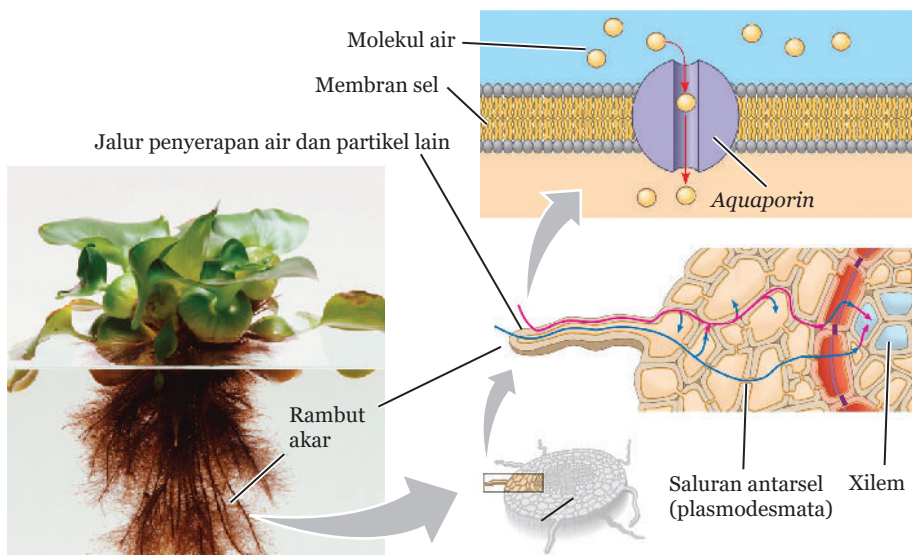
Gambar 3.31 Kaktus di Gurun dan Stomata

3. Lapisan Pelindung dan Pengilap

Pernahkah kamu melihat tanaman talas atau daun teratai? Ketika kamu melihat daun kedua tanaman tersebut kamu pasti melihat bahwa daun tersebut sangat bersih dan tahan air. Bagaimana hal ini dapat terjadi? Jika kamu melihat melalui mikroskop penampang melintang dari kedua daun tersebut maka kamu akan melihat pada permukaan daun tersebut terdapat lapisan tebal yang disebut kutikula. Kutikula ini tersusun atas senyawa lipid berupa lilin (*wax*) dan polimer hidrokarbon yang disebut kutan. Kedua senyawa ini bersifat hidrofobik atau tidak suka air, sehingga jika air mengenai lapisan ini tidak akan membasahi daun. Lapisan lilin ini juga mampu mencegah menempelnya debu atau kotoran lain dan membuat daun tetap bersih. Tahukah kamu bahwa ilmuwan juga telah mengadopsi mekanisme ini dan menerapkannya untuk membuat cat yang tidak mudah kotor, lapisan pengilap, dan lapisan anti air, misalnya pada semir sepatu, lapisan pengilap pada mobil atau perabot rumah tangga, dan lain sebagainya. Perhatikan Gambar 3.32!

Sumber: (a) Dok. Kemdikbud, (b) www.thehousefactory.com.

Gambar 3.32 Lapisan Pelindung, (a) Lapisan Pelindung (Kutikula) pada Daun Tumbuhan, (b) Perbandingan Mobil Sebelum dan Sesudah dilapisi Pelindung yang terbuat dari *Wax* (Lilin)

4. Alat Pemurnian Air

Pernahkah kalian bermain ke danau, waduk, atau kolam? Apakah kamu melihat eceng gondok di tempat tersebut? Apakah kamu juga melihat bahwa perairan tersebut jernih? Pada umumnya perairan yang ditumbuhi eceng gondok kondisi airnya jernih. Mengapa demikian? Ketika kamu melihat akar eceng gondok, kamu akan melihat akar eceng gondok berbentuk serabut-serabut yang banyak dan rapat. Akar-akar ini mampu menyerap partikel-partikel yang terlarut dalam air sehingga air menjadi bersih. Bahkan zat-zat berbahaya seperti racun pun dapat diserap oleh eceng gondok. Perhatikan Gambar 3.33!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.33 Eceng Gondok dan Jalur Penyerapan Air serta Partikel Lainnya

Apabila kamu mengamati membran sel akar secara lebih teliti dengan menggunakan mikroskop elektron, maka akan terlihat lubang-lubang atau saluran kecil pada membran sel akar. Saluran ini terbentuk dari protein dan memiliki lubang dengan ukuran tertentu dan daya ikat tertentu pula. Salah satu salurannya bernama *aquaporin*. *Aquaporin* ini merupakan saluran (protein kanal) yang hanya dapat dilewati oleh air, sehingga partikel lain tidak dapat masuk lewat *aquaporin*. Mekanisme tersebut menginspirasi ilmuwan untuk mengembangkan teknologi penyaringan atau pemurnian air. Dengan teknologi ini air yang kotor dapat disaring, sehingga air hasil penyaringan benar-benar bersih dan aman untuk dikonsumsi.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.34 Alat Pemurnian Air

Tahukah Kamu?

Selain menginspirasi untuk mengembangkan teknologi, struktur organ dan jaringan tumbuhan juga menginspirasi bentuk rancangan bangunan, misalnya gedung teater Esplanade di Singapura yang terinspirasi dari struktur kulit buah durian. Lapisan terluar dari atap gedung tersebut berbentuk segitiga seperti duri pada durian, atap tersebut dapat diatur untuk mengikuti pergerakan matahari, sehingga dapat menjaga intensitas cahaya yang masuk dalam gedung. Perhatikan Gambar 3.35!

Sumber: (a) en.wikipedia.org, (b) Dok. Kemdikbud

Gambar 3.35 (a) Gedung Esplanade, (b) Buah Durian

Ayo, Kita Renungkan

Betapa besar peran tumbuhan bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi ini. Tumbuhan mampu menyerap hal-hal yang mungkin tidak kamu sukai, seperti panasnya sinar matahari dan gas karbon dioksida (CO_2). Kamu pasti merasa berat jika harus berdiri lama di bawah terik matahari dan kamu dapat pingsan jika terlalu banyak menghirup gas CO_2. Namun, tidak demikian halnya dengan tumbuhan yang memiliki struktur daun yang sangat kompleks dan klorofilnya yang dapat memanfaatkan sinar matahari untuk mengubah CO_2 dan air menjadi zat gula dan gas oksigen (O_2) melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis ini dibutuhkan bagi setiap makhluk hidup untuk bertahan hidup. Maha Besar Tuhan, tidak ada ciptaan-Nya yang sia-sia di muka bumi ini. Hal-hal yang mungkin tidak kamu sukai tadi, dapat jadi sangat bermanfaat setelah diproses oleh makhluk hidup lain seperti halnya proses fotosintesis pada tumbuhan, bukan? Apa yang terjadi seandainya tidak ada tumbuhan di muka bumi?

Tuhan juga telah mendesain struktur tumbuhan di alam ini dengan sangat sempurna. Banyak struktur tumbuhan yang ditiru oleh para ilmuwan untuk dikembangkan menjadi teknologi, misalnya teknologi pembangkit listrik tenaga surya yang dibuat dengan meniru prinsip daun yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi kimia, sehingga dapat menjadi sumber energi alternatif yang sangat bermanfaat. Masih banyak fenomena lain di alam yang dapat kamu pelajari, oleh karena itu teruslah belajar dari alam karena belum ada yang dapat menandingi kecanggihan ciptaan Tuhan, sehingga kamu akan lebih bersyukur dan menghargai lingkungan sekitar. Begitu pentingnya tumbuhan bagi kehidupan kita oleh karena itu apakah kamu sudah berupaya menjaga kelestariannya. Coba jawablah beberapa pertanyaan berikut ini!

Tabel 3.6 Pertanyaan untuk Refleksi
Terkait Struktur dan Fungsi Tumbuhan

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu memaku pamflet pada pohon?		
2	Apakah kamu membakar sampah di dekat pohon?		
3	Apakah kamu memetik bunga hingga tak tersisa?		
4	Apakah kamu membiarkan tanaman di sekitarmu kering?		
5	Apakah kamu sengaja memetik buah yang belum layak dimakan?		
Total			

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban "ya" mendapat skor 0 (nol)
- Jawaban "tidak" mendapat skor 2 (dua)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 3 : berarti kamu tidak peduli terhadap tumbuhan
- Skor 4 - 6 : berarti kamu kurang peduli terhadap tumbuhan
- Skor 7 - 10 : berarti kamu peduli terhadap tumbuhan

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulianmu terhadap tumbuhan.

Info Tokoh

740-831 M

Said Al Asma'i

Membuat buku tentang tumbuhan *An-Nabat was Syajar* (tumbuhan dan pepohonan)

828-896 M

Ad-Dinawari

Membuat buku *Botany and Agriculture* dan dinobatkan sebagai pendiri Botani atau ilmu tumbuh-tumbuhan

1190-1248 M

Al-Baitar

Ahli Botani (tumbuhan) dan Farmasi (obat-obatan). Membuat buku *Al-Jami fi al-Adwiya al-Mufrada* (buku tumbuhan dan pengobatan)

1773-1858 M

Robert Brown

Penemu bahwa sel-sel epidermis tumbuhan, serbuk sari, dan kepala putik mengandung inti sel

1804-1882 M

Matthias J. Schleiden

Penemu bahwa tubuh tumbuhan tersusun atas bagian terkecil yang disebut sel

Rangkuman

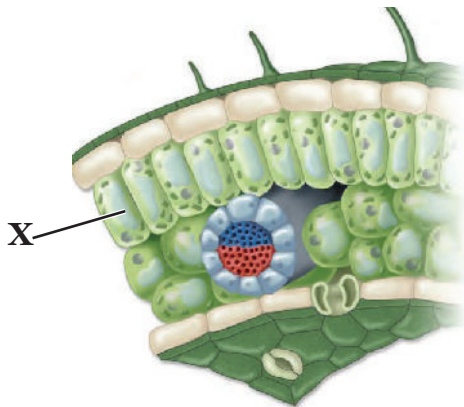
1. Organ vegetatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, terutama berguna untuk penyerapan, pengolahan, pengangkutan, dan penimbunan zat-zat makanan.
2. Organ vegetatif tumbuhan berpembuluh terdiri atas akar, batang, dan daun.
3. Akar berfungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau medium tumbuhnya dan menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya.
4. Batang berfungsi untuk menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun, dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.
5. Daun berfungsi untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber (bahan baku) dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan.
6. Jaringan meristem adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis. Jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu meristem primer (menyebabkan pertumbuhan memanjang) dan meristem sekunder (menyebabkan pertumbuhan melebar).
7. Jaringan dewasa berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder, yang telah mengalami diferensiasi. Jaringan dewasa dapat dibedakan menjadi jaringan pelindung (epidermis), jaringan dasar (parenkim), jaringan penyokong (kolenkim dan sklerenkim), dan jaringan pengangkut (xilem dan floem).

8. Jaringan pelindung berfungsi untuk melindungi bagian dalam tumbuhan dari berbagai pengaruh luar yang merugikan, contohnya adalah jaringan epidermis.
9. Jaringan dasar atau jaringan pengisi memiliki fungsi penting dalam semua proses fisiologi (metabolisme) pada tumbuhan, contohnya adalah jaringan parenkim.
10. Jaringan penyokong berfungsi untuk memberi bentuk tubuh tumbuhan, contohnya adalah jaringan kolenkim dan sklerenkim.
11. Jaringan pengangkut terdiri atas jaringan xilem dan jaringan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat terlarut di dalamnya dari akar menuju daun. Floem berfungsi untuk mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.
12. Fotosintesis terjadi pada jaringan palisade dan jaringan bunga karang, yang banyak ditemukan di daun.
13. Struktur organ dan jaringan tumbuhan tersebut menginspirasi manusia untuk mengembangkan berbagai teknologi, seperti panel surya (*solar cell*), sensor cahaya, lapisan pelindung dan pengilap mobil, dan alat pemurnian air.

Struktur Organ, Jaringan Tumbuhan, Serta Teknologinya di Lingkungan

- Organ Tumbuhan
  - terdiri atas
    - Organ Vegetatif
      - Akar
      - Batang
      - Daun
    - Organ Generatif
      - Bunga
      - Buah dan Biji
- Jaringan Tumbuhan
  - dikelompokkan menjadi
    - Jaringan Meristem
      - terdiri atas
        - Meristem Primer
        - Meristem Sekunder
    - Jaringan Dewasa
      - terdiri atas
        - Jaringan Pelindung
          - Epidermis
        - Jaringan Pengisi
          - Parenkim
        - Jaringan Penguat
          - Kolenkim
          - Sklerenkim
        - Jaringan Pengangkut
          - Xilem
          - Floem
- Teknologi Terinspirasi dari Struktur Tumbuhan
  - misalnya
    - Panel Surya
    - Sensor Cahaya
    - Alat Pemurnian Air
    - Lapisan Pelindung dan Pengilap

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Rambut atau bulu akar hanya terdapat pada bagian akar yang masih muda yang merupakan penonjolan atau diferensiasi dari jaringan ....
   A. korteks
   B. epidermis
   C. endodermis
   D. silinder pusat
2. Umur pohon dapat dilihat dari garis-garis yang menunjukkan hasil kegiatan dari suatu masa pertumbuhan. Garis-garis itu disebut ....
   A. xilem
   B. felogen
   C. parenkim kayu
   D. lingkaran tahun
3. Perbedaan berkas pengangkut pada batang monokotil dengan batang dikotil adalah ....
   A. berkas pengangkut pada dikotil tidak memiliki kambium
   B. berkas pengangkut pada monokotil tersusun beraturan
   C. berkas pengangkut pada dikotil tersusun tidak beraturan
   D. berkas pengangkut pada dikotil dipisahkan oleh kambium
4. Perhatikan anatomi daun berikut!

Sumber: Raven *et al.* 2010

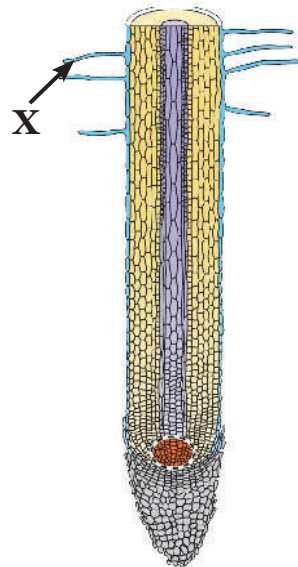
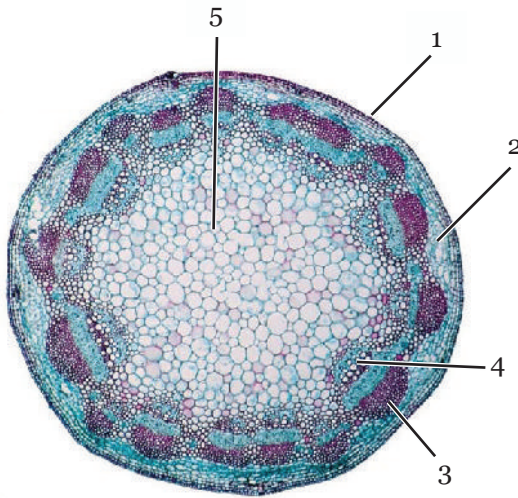
Jaringan yang ditunjukkan oleh huruf X merupakan salah satu jaringan penyusun daun. Jaringan X disebut jaringan ... dan berfungsi untuk ....

A. palisade, berperan dalam fotosintesis
B. palisade, berperan dalam pengangkutan air
C. bunga karang, berperan dalam fotosintesis
D. bunga karang, berperan dalam pengangkutan air

5. Perhatikan gambar anatomi akar di samping! Berdasarkan gambar, fungsi dari struktur X adalah ....
   A. melindungi akar ketika menembus tanah
   B. mengangkut air dan unsur hara dari tanah
   C. menopang pohon untuk tetap dapat berdiri
   D. memperluas daerah penyerapan air dan unsur hara dari tanah

Sumber: Campbell *et al.* 2008

6. Berikut ini, bagian-bagian akar yang dilalui oleh air tanah secara berturut turut adalah ....
   A. epidermis rambut akar – parenkim – endodermis – xilem akar
   B. epidermis rambut akar – endodermis – parenkim – xilem akar
   C. epidermis rambut akar – kambium – parenkim – xilem akar
   D. kulit luar – kambium –endodermis – xilem akar

7. Sehelai daun ditutupi sebagian dengan kertas timah, lalu diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari selama 24 jam. Daun tersebut kemudian dipetik dan dilakukan uji iodium pada permukaan atas daun. Proses tersebut merupakan cara untuk ....
   A. mengetahui bahwa hasil fotosintesis adalah amilum
   B. mengetahui bahwa klorofil diperlukan dalam fotosintesis
   C. mengetahui bahwa pada fotosintesis terbentuk gas oksigen
   D. mengetahui bahwa amilum terdapat pada seluruh bagian daun

8. Perhatikan gambar di bawah!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Bagian yang berfungsi sebagai jaringan pengangkut ditunjukkan pada bagian bernomor ....
A. 1 dan 3
B. 2 dan 5
C. 3 dan 4
D. 3 dan 5

9. Berikut ini merupakan teknologi yang terinspirasi dari proses fotosintesis yang terjadi dalam daun adalah ....
A. panel surya
B. alat pemurnian air
C. *light-dependent resistor*
D. lapisan pengilap cat mobil

10. Lapisan pelindung pada daun tumbuhan yang menginspirasi pembuatan lapisan pengilap cat mobil adalah ....
A. floem
B. kutikula
C. endodermis
D. rambut akar

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Berdasarkan hasil pengamatan kamu pada saat mengamati struktur anatomi batang pada kacang tanah dan jagung, jawablah pertanyaan berikut.
   a. Jelaskan perbedaan struktur jaringan dari kedua batang tersebut!
   b. Berdasarkan ciri-cirinya, termasuk kelompok tumbuhan apakah jagung dan kacang tanah?
2. Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana yang dilakukan oleh tumbuhan. Sebutkan 3 faktor yang memengaruhi proses fotosintesis!
3. Akar pada tumbuhan berfungsi sebagai penopang tumbuhan untuk tumbuh, namun pada beberapa tumbuhan akar termodifikasi membentuk fungsi khusus. Sebutkan 3 macam jenis akar yang termodifikasi disertai dengan contoh tumbuhannya!
4. Pada suatu pengamatan percobaan tentang fotosintesis ditemukan data sebagai berikut. Setelah ditetesi larutan kalium iodida (KI) kondisinya seperti gambar di samping!

   Sumber: Dok. Kemdikbud

   a. Jelaskan pada bagian daun yang mana terjadi fotosintesis dan buktikan berdasarkan data pengamatan tersebut!
   b. Apa fungsi dari memasukkan daun yang akan diuji pada air yang mendidih?
   c. Apa fungsi dari penggunaan alkohol dalam proses pengujian daun yang mengalami fotosintesis?
5. Tumbuhan membutuhkan berbagai bahan untuk fotosintesis. Salah satunya adalah air yang bergerak dari akar sampai ke ujung daun.
   a. Bagaimanakah cara air yang diserap dari tanah dapat sampai ke daun paling atas?
   b. Bagian tubuh tumbuhan manakah yang berperan?

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Merancang Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Tumbuhan

Melalui pembelajaran pada materi ini kamu tentu sudah banyak mengetahui berbagai struktur tumbuhan yang telah menginspirasi banyak orang sehingga diadopsi dalam pengembangan teknologi. Agar kamu lebih memahami tentang struktur tumbuhan dan manfaatnya dalam kehidupan, ayo secara berkelompok lakukan pengamatan berbagai jenis tumbuhan di sekitarmu. Buatlah sebuah poster yang berisi tentang beberapa rancangan teknologi atau struktur bangunan (selain yang sudah ada di Buku Siswa) yang terinspirasi dari struktur tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan yang telah kamu lakukan. Setelah itu presentasikanlah poster yang telah kamu buat di depan kelas!

- **Permasalahan:**

  Struktur dan jaringan tumbuhan banyak menginspirasi para ahli untuk mengembangkan teknologi. Apa sajakah teknologi atau struktur bangunan yang terinspirasi dari struktur dan jaringan yang ada di lingkungan sekitarmu?

- **Perencanaan:**

  Rancanglah pengamatan berbagai jenis tumbuhan di sekitar tempat tinggalmu. Rancanglah sebuah poster yang berisi tentang teknologi atau struktur bangunan apa saja yang terinspirasi dari struktur dan jaringan tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan. Poster dapat dibuat pada kertas ukuran A3. Lakukan kegiatan ini dalam kelompok (2-3 orang per kelompok). Konsultasikan kepada guru apa yang akan kamu lakukan.

- **Pelaksanaan:**

  Lakukan kegiatan yang telah kamu rancang. Buatlah poster sekreatif dan semenarik mungkin.

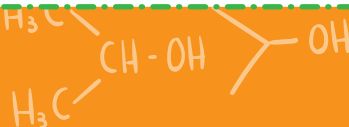
Lakukan kegiatan ini dengan sungguh-sungguh dan saling bekerja sama. Jika kamu mengalami kesulitan mintalah bantuan pada guru atau orangtuamu.

- **Penilaian:**
  Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa poster yang berisi tentang beberapa rancangan teknologi atau struktur bangunan (selain yang sudah ada di Buku Siswa) yang terinspirasi dari struktur tumbuhan. Aspek yang akan dinilai dalam pembuatan poster yaitu kebenaran konsep, kreativitas, kemenarikan, dan kemudahan dipahami.
2. Presentasi poster yang telah kamu buat bersama kelompokmu yang berisi tentang beberapa rancangan teknologi atau struktur bangunan (selain yang sudah ada di Buku Siswa) yang terinspirasi dari struktur tumbuhan.

4 Sistem Pencernaan Manusia

Sumber: Suaramerdeka.com

Pernahkah kamu merasa lapar ketika kamu belajar di sekolah? Saat kamu lapar, apa yang akan kamu lakukan ketika bel istirahat berbunyi? Mungkin kamu akan pergi ke kantin dan membeli makanan untuk kamu makan sehingga rasa laparmu hilang, setelah itu kamu siap mengikuti pelajaran lagi. Menurutmu mengapa kita butuh makan? Apa sebenarnya yang dikandung dalam makanan sehingga setelah memakannya kita dapat melakukan berbagai aktivitas? Ingin tahu jawabannya, ayo kita pelajari materi ini dengan penuh semangat!

Maha Besar Tuhan yang telah memberikan negara kita sumber daya alam yang melimpah. Indonesia merupakan negara agraris yang sangat subur serta memiliki potensi alam yang luar biasa. Berbagai jenis tumbuhan sebagai penyedia makanan pokok bagi manusia dapat dengan mudah kamu temukan seperti padi, jagung, sagu, dan berbagai macam umbi. Bahan-bahan pokok ini berfungsi sebagai sumber karbohidrat yang merupakan pemasok energi utama tubuhmu. Selain itu, berbagai jenis buah-buahan dan sayuran sebagai sumber vitamin dan mineral juga tumbuh subur di sekitar kita.

Makanan merupakan sumber energi utama bagi makhluk hidup, tanpa makanan yang masuk ke dalam tubuh, manusia dapat mati karena tidak punya energi untuk bertahan hidup. Coba pikirkan apa yang akan terjadi jika kamu tidak makan selama sehari saja? Tentu tubuhmu akan lemas dan tidak berenergi. Begitu penting peran makanan, oleh karena itu kamu harus tahu apa saja jenis makanan dan kandungan gizi di dalamnya. Sebagai peserta didik yang belajar IPA kamu juga harus tahu bagaimana makanan-makanan tersebut dicerna dalam tubuhmu serta apa saja makanan yang baik untuk tubuhmu. Untuk mengetahui semua itu, ayo pelajari materi ini dengan cermat.

A. Nutrisi

Ayo, Kita Pelajari

- Kebutuhan energi
- Enam jenis nutrisi
- Fungsi setiap jenis nutrisi

Istilah Penting

- Nutrisi
- Karbohidrat
- Lemak
- Protein
- Vitamin
- Mineral

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memilih makanan yang sehat karena kamu telah mengetahui nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh.

Coba perhatikan aktivitasmu sehari-hari, hampir setiap hari kamu harus belajar di sekolah, mengerjakan tugas, atau melakukan kegiatan ekstrakurikuler di sekolah. Tentu kamu membutuhkan banyak energi untuk menunjang semua kegiatanmu itu. Pada masa-masa pertumbuhan ini, kamu membutuhkan asupan nutrisi yang cukup untuk menunjang pertumbuhanmu. Ketika kamu lapar, makanan

apakah yang kamu pilih? Makanan yang sesuai dengan seleramu atau memilih makanan berdasarkan nilai gizinya? Perhatikan Gambar 4.1!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.1 Peserta Didik Memilih Makanan

Banyak orang-orang yang lebih mementingkan rasa suatu makanan daripada nilai gizi yang terkandung di dalam makanan. Sepotong roti tawar akan mudah kita santap, namun hanya memberikan beberapa nutrisi yang kita butuhkan. Tahukah kamu bahwa nutrisi pada makanan berperan dalam memberikan energi dan bahan untuk perkembangan, pertumbuhan, dan perbaikan sel tubuh. Oleh karena itu, memilih makanan dengan kandungan nutrisi yang tepat sangat penting untuk kamu ketahui. Pernahkah kamu memerhatikan kandungan nutrisi apa saja yang ada pada makanan yang sering kamu makan? Agar kamu mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut ini!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.1 Mengidentifikasi Bahan Makanan pada Produk Kemasan

Apa yang kamu perlukan?

1. Kemasan produk mi instan
2. Beberapa kemasan produk makanan ringan yang kamu sukai

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bekerjalah dengan teman satu kelompokmu
2. Amati bagian komposisi bahan makanan yang ada pada produk yang kamu bawa
3. Tuliskan bahan-bahan apa saja yang menyusun produk tersebut
4. Tentukan kandungan zat makanan apa yang ada pada tiap bahan penyusun produk tersebut
5. Masukkan data kamu pada Tabel 4.1!

Tabel 4.1 Data Komposisi Bahan Makanan

Nama Produk	Bahan Utama Penyusun Produk yang Tertera pada Kemasan	Kandungan Zat Makanan

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apakah makanan-makanan instan tersebut cukup untuk memenuhi gizi harian kamu?
2. Bagaimana caranya agar kamu dapat memenuhi kebutuhan gizi harian kamu?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan hasil identifikasi dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 4.1 apakah dengan makanan-makanan ringan favoritmu itu kamu merasa gizi harianmu tercukupi untuk menunjang kegiatanmu sehari-hari? Apakah dengan hanya mengonsumsi makanan ringan kamu dapat mendapatkan banyak energi? Tentu saja tidak, kamu butuh makan makanan pokok lain seperti nasi, lauk pauk, sayur dan buah agar kamu mendapatkan cukup energi.

Ayo, Kita Cari Tahu

Makanan memegang peran penting dalam kelangsungan hidup manusia. Ingatkah kamu tentang gizi seimbang? Makanan sehat harus mencukupi komponen gizi seimbang. Tahukah kamu bahan apa sajakah yang termasuk komponen gizi seimbang itu? Coba cari tahu jawabannya dari berbagai sumber informasi!

1. Kebutuhan Energi

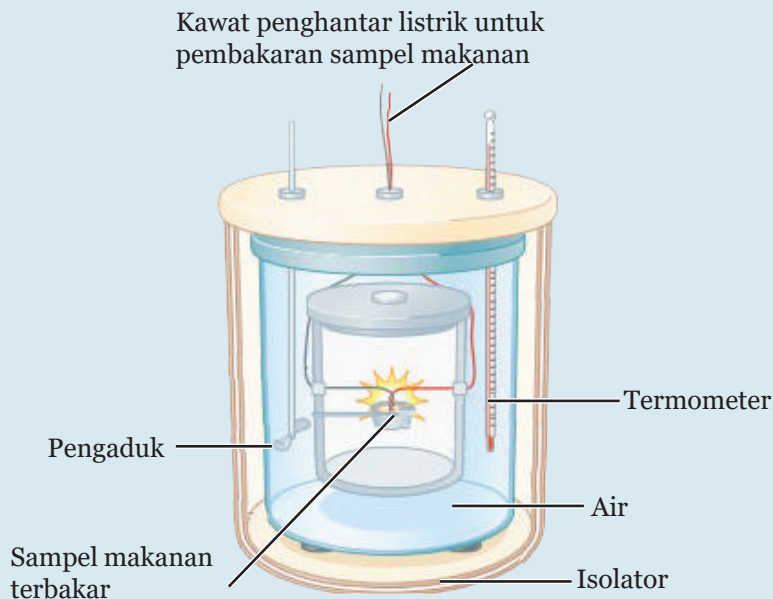
Pernahkah kamu berpikir apakah fungsi energi bagi tubuhmu? Tubuhmu membutuhkan energi untuk setiap kegiatan, seperti belajar, berjalan ke sekolah, dan membaca buku. Tubuhmu juga menggunakan energi untuk mempertahankan suhu tubuh normal sekitar 37°C. Energi ini berasal dari makanan yang kamu makan. Jumlah energi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk aktivitas tersebut menggunakan satuan kalori. Sama halnya pada tubuh, jumlah energi yang tersedia dalam makanan juga diukur dalam satuan kalori. Satu satuan kalori (kal) menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C. 1 kilokalori (kkal) sama dengan 1.000 kalori (kal) sama dengan 4.200 joule (J). Perhatikan Gambar 4.2! Apakah dalam 1 gram makanan tersebut mengandung jumlah kalori yang sama?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.2 Makanan yang Berfungsi sebagai Sumber Energi, (a) Nasi, (b) Roti, (c) Pisang

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu cara mengetahui berapa jumlah kalori yang terkandung dalam makanan? Cara yang dapat digunakan untuk mengetahui jumlah kalori yang terkandung dalam setiap gram makanan adalah dengan menggunakan **kalorimeter**. Kalorimeter merupakan alat yang terdiri atas wadah logam yang direndam dengan sejumlah air yang diketahui volumenya. Sampel makanan kering dengan berat tertentu diletakkan pada sebuah tempat di dalam wadah. Wadah tersebut kemudian diisi dengan oksigen dan direndam dengan air. Selanjutnya makanan tersebut dipanaskan

hingga teroksidasi sempurna, kemudian perubahan suhunya diukur. Karena volume airnya telah diketahui, maka sejumlah panas yang dilepaskan dari makanan dapat dihitung nilai kalorinya.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.3 Kalorimeter, Alat untuk Mengukur Jumlah Kalori dalam Makanan

Berdasarkan hal tersebut maka rerata yang diambil untuk menyatakan kalori yang dihasilkan 1 gram karbohidrat adalah 4,1 kkal, 1 gram protein menghasilkan 4,1 kkal, dan 1 gram lemak menghasilkan 9,3 kkal.

Sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas metabolisme tubuhmu selama sehari berbeda-beda bagi setiap orang. Beberapa faktor yang memengaruhi kebutuhan energi seseorang di antaranya adalah usia, jenis kelamin, serta aktivitas yang dilakukan. Sebagai contoh, kamu akan cenderung lebih cepat lapar ketika selesai melakukan olahraga dibandingkan jika hanya duduk atau beristirahat.

Hal itu dapat terjadi karena pada saat olahraga kalori yang dibutuhkan tubuhmu lebih banyak sehingga pembakaran energi dari makanan yang kamu makan juga lebih cepat dibandingkan jika kamu hanya duduk dan beristirahat. Perhatikan Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Jumlah Kalori yang Dibutuhkan pada Beberapa Aktivitas

No	Aktivitas	Kalori yang Dibutuhkan per Jam (kkal)
1	Berjalan naik tangga	1.100
2	Berlari	570
3	Berenang	500
4	Latihan berat	450
5	Berjalan-jalan	200
6	Beristirahat	100

Keseimbangan energi dapat terjadi ketika kalori yang masuk dalam tubuh melalui makanan sama dengan kalori yang dikeluarkan melalui metabolisme tubuh dan aktivitas otot. Dalam kondisi ini, berat badanmu akan cenderung tetap. Jika kalori yang masuk dalam tubuh melebihi kalori yang dikeluarkan, maka akan terjadi keseimbangan energi positif. Artinya jaringan tubuhmu akan menyimpan kelebihan nutrisi tersebut. Kenaikan berat badan dapat terjadi jika sekitar 3.500 kkal disimpan dalam bentuk lemak pada jaringan tubuh. Sebaliknya, jika kalori yang dikeluarkan tubuh melalui aktivitasmu lebih besar dibandingkan dengan kalori yang masuk dalam tubuh, maka akan terjadi keseimbangan energi negatif. Artinya tubuhmu akan melakukan pembakaran simpanan nutrisi yang tersimpan dalam tubuh untuk memenuhi kalori yang dibutuhkan tubuhmu. Hal ini dapat menurunkan berat badan. Oleh karena itu, untuk menjaga berat badanmu tetap seimbang kamu harus menjaga agar kalori yang masuk dalam tubuh sama dengan kalori yang dikeluarkan.

Ayo, Kita Diskusikan

Berikut ini adalah beberapa hal yang dapat kamu gunakan untuk menghitung kebutuhan diet harianmu.

1. Pada keadaan normal, tubuh menggunakan sekitar 30 kkal setiap hari untuk setiap 1 kg berat tubuh.
2. Kamu harus mengonsumsi sekitar 3.500 kkal untuk menyimpan 500 gram ($\frac{1}{2}$ kg) lemak.

Contoh:

- Berat badanmu 35 kg. Untuk menjaga berat badanmu tetap, kamu membutuhkan kalori sebesar:
  35 kg × 30 kkal/hari = 1.050 kkal setiap hari
- Jika kamu ingin menurunkan 1 kg berat badan (7.000 kkal) selama 7 hari, maka kamu harus mengurangi kalori yang masuk dalam tubuhmu sekitar:
  (7.000 kkal)/(7 hari) = 1.000 kkal setiap hari

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan contoh tersebut, cobalah hitung berapa kalori yang kamu butuhkan setiap hari untuk menjaga agar berat badanmu tetap? Coba bandingkan dengan kebutuhan kalori teman-teman sekelasmu.
2. Jika kamu ingin meningkatkan berat badan (1 kg) selama satu minggu, berapa tambahan kalori yang harus masuk dalam tubuhmu setiap harinya?
3. Hitung pula berapa kalori yang harus kamu kurangi jika kamu ingin menurunkan berat badan (1 kg) selama seminggu?
4. Coba diskusikan dengan teman sebangkumu, kira-kira kegiatan apa yang tepat untuk mengurangi kalori setiap hari, jika kamu ingin menurunkan berat badan.

Ayo, Kita Selesaikan

Tahukah kamu total asupan kalori yang direkomendasikan dalam sehari agar tubuh tetap sehat? Perhatikan Tabel 4.3, Tabel 4.4, dan Tabel 4.5 berikut!

Tabel 4.3 Kebutuhan Energi Sehari-hari

Jenis Kelamin	Umur (th)	Kebutuhan Energi (kkal) Berdasarkan Aktivitas		
		Ringan	Sedang	Berat
Perempuan	9-13	1.600	1.600-2.000	1.800-2.200
	14-18	1.800	2.000	2.400
	19-30	2.000	2.000-2.200	2.400
	31-50	1.800	2.000	2.200
	50+	1.600	1.800	2.000-2.200
Laki-laki	9-13	1.800	1.800-2.200	2.000-2.600
	14-18	2.200	2.500-2.800	2.800-3.200
	19-30	2.400	2.600-2.800	3.000
	31-50	2.200	2.400-2.600	2.800-3.000
	50+	2.000	2.200-2.400	2.400-2.800

Sumber: *Dietary Guidelines for Americans*, 2005

Tabel 4.4 Tingkat Aktivitas

Ringan	Sedang	Berat
Penjual dalam ruangan	Guru	Pekerja bangunan
Pegawai kantor	Penjual di luar ruangan	Buruh
Ibu rumah tangga	Perawat	Olahragawan

Tabel 4.5 Daftar Menu Makanan dan Perkiraan Energi

Menu		Jumlah	Jumlah Energi (kkal)
Sayur	Sup tomat	1 mangkok	110
	Sup jamur	1 mangkok	83
	Sup sayuran	1 mangkok	110
	Sayur bayam	1 mangkok	100

Menu		Jumlah	Jumlah Energi (kkal)
Lauk Pauk	Ayam goreng	1 potong	307
	Ikan tuna goreng	1 potong	165
	Tahu goreng	1 buah	35
	Telor goreng	1 buah	102
Buah	Apel	1 buah	116
	Jeruk	1 buah	62
Nasi	Nasi putih	1 mangkok	400
	Nasi goreng	1 mangkok	630
Minuman	Teh	1 gelas	80
	Susu	1 gelas	150
Kue	Pisang goreng	1 potong	170
	Roti tawar	1 potong	69

Sumber: www.caloriecount.com

Berdasarkan Tabel 4.3, Tabel 4.4, dan Tabel 4.5, diskusikanlah pertanyaan berikut ini!

1. Dhayu adalah pelompat tinggi berusia 19 tahun. Suatu malam, Dhayu diundang oleh beberapa temannya untuk makan di warung. Warung tersebut menyediakan harga spesial. Dhayu menyimpan catatan apa yang dia makan setiap hari. Setelah dihitung, total asupan kalori dari sarapan pagi dan makan siang sebesar 1.700 kkal. Dhayu tidak ingin total asupan energi dalam tubuhnya berkurang 500 kkal dari total kalori yang direkomendasikan sehingga menyebabkan dia semakin kurus atau bertambah 500 kkal sehingga dia semakin gemuk. Bantulah Dhayu, untuk mengambil keputusan menu makanan yang sebaiknya dia beli di warung tersebut!
2. Bapak Badu seorang guru yang berusia 45 tahun. Beri saran pada pak Badu, berapa jumlah asupan energi yang diperlukan sehari-hari dan menu yang sebaiknya ia konsumsi!

2. Jenis Nutrisi

Makanan yang kamu konsumsi seharusnya tidak hanya sekedar mengenyangkan tetapi harus mengandung nutrisi atau gizi. **Nutrisi** atau **gizi** adalah zat yang dibutuhkan makhluk hidup sebagai sumber energi, mempertahankan kesehatan, pertumbuhan, dan

untuk berlangsungnya fungsi normal pada setiap jaringan dan organ tubuh. Sebenarnya, makanan yang kamu konsumsi sehari-hari harus mengandung enam jenis nutrisi yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air. Karbohidrat, lemak, dan protein dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, sedangkan vitamin dan mineral dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sedikit.

Karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin merupakan nutrisi organik yang mengandung karbon. Sebaliknya, nutrisi anorganik seperti air dan mineral, tidak mengandung karbon. Makanan yang mengandung karbohidrat, lemak, dan protein perlu dicerna atau dipecah terlebih dahulu oleh tubuh. Sedangkan air, vitamin, dan mineral dapat diserap langsung oleh sel-sel tubuh.

a. Karbohidrat

Bacalah kandungan nutrisi pada label beberapa bungkus biskuit! Kamu akan melihat bahwa jumlah karbohidrat yang tertera pada bungkus biskuit lebih tinggi daripada jumlah nutrisi lainnya. Setiap molekul karbohidrat terbuat dari karbon, hidrogen, dan oksigen. Karbohidrat adalah sumber utama energi bagi tubuh. Satu gram karbohidrat menghasilkan 4,1 kilokalori (kkal). Terdapat tiga jenis karbohidrat yaitu gula, pati, dan serat. Gula disebut karbohidrat sederhana. Contoh makanan yang mengandung gula antara lain buah-buahan, madu, dan susu. Dua jenis karbohidrat lainnya, yaitu pati dan serat disebut karbohidrat kompleks. Pati ditemukan dalam umbi-umbian seperti kentang dan makanan yang terbuat dari biji-bijian. Serat, seperti selulosa, ditemukan di dinding sel tumbuhan. Makanan seperti roti gandum atau sereal, kacang-kacangan, sayuran, dan buah-buahan merupakan sumber serat yang baik. Serat tidak dapat dicerna oleh saluran pencernaan makanan manusia, sehingga dikeluarkan sebagai feses. Dengan demikian, serat bukan merupakan sumber energi bagi tubuh manusia.

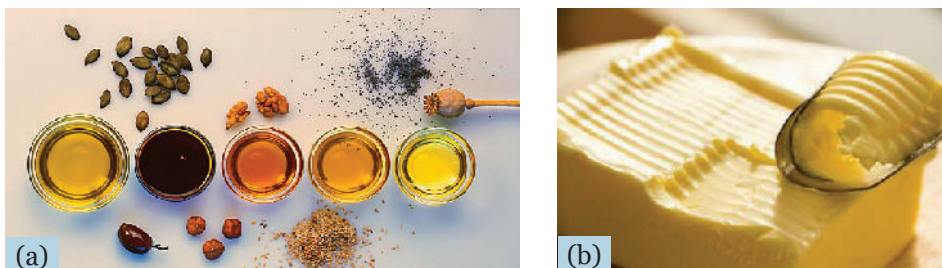
Konsumsi karbohidrat terlalu berlebihan dapat menyebabkan penyakit gula atau diabetes. Hati-hati dengan diabetes, menurut WHO 246 juta orang di dunia mengidap diabetes. Jumlah ini menunjukkan hampir 6% dari populasi orang dewasa di dunia. Karena jumlahnya yang besar ini maka diabetes disebut sebagai "*The Silent Epidemi*". Penyebab utama peningkatan kejadian diabetes adalah gaya hidup. Olahraga teratur dan pengaturan pola makan dapat mengurangi atau menunda timbulnya diabetes lebih dari 50%. Untuk mengetahui

kadar gula darah dalam tubuhmu, kamu dapat menggunakan alat pengukur kadar gula dalam darah. Perhatikan Gambar 4.4! Kadar gula darah normal berkisar antara 60-100 mg/dL saat dalam kondisi tidak makan. Jika setelah makan, kadar maksimal kurang dari 140 mg/dL.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 4.4 Pemeriksaan Kadar Gula Darah

b. Lemak

Lemak atau lipid diperlukan tubuh karena menyediakan energi sebesar 9,3 kkal/gram, melarutkan vitamin A, D, E, K, dan menyediakan asam lemak esensial bagi tubuh manusia. Selama proses pencernaan, lemak dipecah menjadi molekul yang lebih kecil, yaitu asam lemak dan gliserol.

Lemak merupakan unit penyimpanan yang baik untuk energi. Kelebihan energi dari makanan yang kamu makan akan diubah menjadi lemak dan disimpan untuk digunakan di lain waktu. Berdasarkan struktur kimianya, dikenal lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh biasanya cair pada suhu kamar. Minyak nabati serta lemak yang ditemukan dalam biji adalah lemak tak jenuh. Lemak jenuh biasanya padat pada suhu kamar, ditemukan dalam daging, susu, keju, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit. Lemak jenuh yang berlebih dapat meningkatkan kolesterol darah yang dapat menyebabkan penyakit jantung dan stroke. Perhatikan Gambar 4.5!

Sumber: a. www.webmd.com, b www.dietrendahkalori.com
Gambar 4.5 Lemak, (a) Minyak dari Biji-bijian, Contoh Lemak Tak Jenuh, (b) Margarin, Contoh Lemak Jenuh

Sebenarnya makanan seperti apakah yang dikatakan mengandung lemak? Agar mengetahuinya coba lakukan aktivitas berikut ini!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.2 Mengidentifikasi Bahan Makanan yang Mengandung Lemak

Apa yang kamu perlukan?

1. Beberapa jenis makanan: nasi, singkong, roti, kue, keripik kentang, kacang, buah-buahan, sayuran, dan daging
2. Mortar dan alu (*pestle*)
3. Kertas (kertas HVS atau kertas bahan layang-layang)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bekerjalah dengan teman satu kelompokmu.
2. Kumpulkan jenis makanan berikut: nasi, singkong, roti, kue, keripik kentang, kacang, buah-buahan, sayuran, dan daging.
3. Secara terpisah hancurkan bahan makanan dengan alu dan mortar.
4. Tempatkan makanan pada sehelai kertas, kemudian lipat sehingga kertas membungkus makanan secara sempurna (hati-hati jangan sampai kertas tersebut robek).
5. Beri label kertas dengan nama masing-masing makanan (ketika melakukan praktikum sebaiknya kamu tidak mencicipinya).
6. Biarkan selama 30 menit.
7. Ambil dua lembar kertas, satu lembar diberi tanda A dan yang lain diberi tanda B . Kertas A ditetesi dengan minyak, dan kertas B ditetesi air.
8. Bandingkan kertas tempat makanan dengan kertas A dan B. Gunakan tes ini untuk menentukan makanan lainnya apakah mengandung lemak. Tanda berminyak berarti makanan mengandung lemak, sedangkan tanda basah berarti makanan mengandung air.
9. Catatlah hasil penyelidikanmu!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan hasil percobaanmu, makanan apa sajakah yang mengandung lemak?
2. Apakah bukti bahwa makanan tersebut mengandung lemak? Jelaskan!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan Aktivitas 4.2 kamu telah mengetahui bagaimana cara mengidentifikasi makanan apa saja yang mengandung lemak. Makanan yang mengandung lemak biasanya akan cenderung berminyak atau memiliki rasa yang gurih, misalnya pada keripik kentang dan kacang-kacangan.

Ayo, Kita Selesaikan

Apakah kamu lebih suka memilih camilan berupa keripik atau permen daripada buah-buahan dan sayuran? Camilan pada umumnya memiliki rasa yang lezat, namun berhati-hatilah, sebab kandungan lemak pada camilan cukup tinggi. Pada Tabel 4.6 tertera beberapa camilan yang populer di kalangan anak-anak dan remaja dan rata-rata jumlah lemak yang terkandung di dalamnya.

Tabel 4.6 Kandungan Lemak pada Beberapa Jenis Makanan

Jenis Makanan	Kandungan Lemak
Permen	12 g
Camilan renyah	42 g
Jagung	4 g
Keripik kentang	10 g
Kue dari tepung	1 g

1. Apakah yang dapat kamu simpulkan tentang camilan tersebut? Camilan apa yang sering kamu makan? Camilan apa yang paling sedikit kandungan lemaknya?
2. Camilan renyah merupakan makanan ringan yang tidak sehat karena kandungan lemaknya yang tinggi. Carilah solusi agar camilan renyah tersebut menjadi makanan yang sehat!

c. Protein

Protein dibutuhkan sebagai penghasil energi, untuk pertumbuhan dan mengganti sel-sel tubuh yang rusak, pembuat enzim dan hormon, dan pembentuk antibodi (sistem kekebalan tubuh). Protein merupakan molekul besar yang terdiri atas sejumlah asam amino. Asam amino terdiri atas karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan kadang-kadang belerang.

Protein yang kamu makan dapat berasal dari hewan (protein hewani) dan dari tumbuhan (protein nabati). Bahan makanan yang mengandung protein hewani antara lain daging, ikan, telur, susu, dan keju. Bahan makanan yang mengandung protein nabati adalah kacang kedelai, kacang hijau, dan kacang-kacangan lainnya. Kacang kedelai sebagai bahan baku tempe dan tahu merupakan salah satu sumber protein yang baik. Perhatikan Gambar 4.6!

Sumber: www.menshealth.com

Gambar 4.6 Sumber Protein

Tahukah kamu kandungan nutrisi dalam menu makanan sehari-hari? Kandungan nutrisi dalam bahan makanan dapat diketahui dengan menggunakan indikator uji makanan atau reagen. Tabel 4.7 menunjukkan jenis reagen untuk mengetahui nutrisi dalam bahan makanan. Lakukan aktivitas berikut ini agar kamu mengetahui kandungan nutrisi pada makananmu.

Tabel 4.7 Berbagai Jenis Reagen untuk Mengetahui Nutrisi dalam Bahan Makanan

Bahan	Reagen	Indikator Positif
Amilum	Lugol/Kalium Iodida	Larutan berwarna biru tua
Gula	Benedict/Fehling A dan Fehling B	Larutan berwarna biru kehijauan, kuning sampai merah bata
Protein	Millon/Biuret	Larutan berwarna merah muda sampai ungu

Sumber: www. sciencecompany.com

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.3 Uji Bahan Makanan

Apa yang kamu perlukan?

1. Tabung reaksi (satu tabung per sampel uji)
2. Penjepit tabung reaksi
3. Rak tabung reaksi
4. Termometer
5. Mortar dan alu (*pestle*)
6. Pipet tetes
7. Gelas kimia
8. Kertas label
9. Air panas
10. Kaki Tiga
11. Pembakar spiritus
12. Larutan bahan makanan yang akan diuji (beberapa bahan makanan yang diduga mengandung pati, gula, dan protein)

a. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Amilum

Reagen kalium iodida (KI) atau lugol digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung amilum. Reagen ini berwarna oranye. Setelah sampel yang diuji ditetesi reagen KI, akan terjadi perubahan warna. Apabila sampel berubah warna menjadi biru tua berarti bahan makanan tersebut mengandung amilum.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Sediakan 10 g bahan makanan yang akan diuji (nasi, ubi, telur, putih telur, susu, atau bahan makanan lain yang mudah ditemukan).
2. Hancurkan bahan makanan yang akan diuji dengan mortar dan pistil.
3. Tambahkan sedikit air untuk memudahkan penghancuran.
4. Masukkan masing-masing 2 mL ekstrak makanan ke dalam tabung reaksi.
5. Masukkan juga pada masing-masing tabung reaksi susu, putih telur, atau bahan makanan lain yang akan diuji.
6. Beri label masing-masing tabung reaksi sesuai dengan nama sampel larutan uji.
7. Tetesilah bahan makanan tersebut dengan reagen KI. Catat warna dasar dari bahan makanan dan warna dasar reagen KI.
8. Perhatikan perubahan warna yang terjadi!

b. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Gula

Reagen Benedict digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung gula. Reagen ini berwarna biru jernih. Setelah sampel yang diuji ditetesi reagen Benedict, akan terjadi perubahan warna. Apabila sampel berubah warna menjadi biru kehijauan atau kuning atau merah bata berarti bahan makanan tersebut mengandung gula. Bergantung pada kadar gula dalam sampel.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan langkah 1-6 seperti kegiatan uji kandungan karbohidrat.
2. Tambahkan 10 tetes larutan Benedict ke dalam masing-masing tabung reaksi.
3. Catat warna dasar bahan makanan dan warna reagen Benedict.
4. Panaskan tabung reaksi dalam gelas kimia yang berisi air bersuhu 40-50°C selama lima menit. Perhatikan, jangan arahkan mulut tabung reaksi pada temanmu, dan gunakan penjepit tabung reaksi saat memindahkan tabung reaksi. Pastikan pula kamu meminta gurumu melihat rangkaian percobaanmu sebelum kamu menyalakan apinya.
5. Perhatikan perubahan warna yang terjadi!

c. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Protein

Reagen Biuret digunakan untuk mengetahui adanya kandungan protein pada bahan makanan. Reagen Biuret adalah larutan berwarna biru yang ketika bereaksi dengan protein akan berubah warna menjadi merah muda sampai ungu.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan langkah 1-6 seperti kegiatan uji kandungan karbohidrat.
2. Catat warna dasar bahan makanan dan warna reagen Biuret.
3. Dengan menggunakan pipet, secara hati-hati tambahkan 3 tetes reagen Biuret untuk masing-masing tabung. Kocok perlahan-lahan untuk mencampur.
4. Jangan terlalu kuat dalam mengocok untuk mencegah campuran tumpah ke luar tabung, usahakan campuran bahan uji dan Biuret jangan sampai terkena tangan secara langsung.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apakah indikator positif makanan yang kamu uji mengandung amilum, mengandung gula, dan mengandung protein? Jelaskan!
2. Berdasarkan hasil percobaanmu, zat-zat apa sajakah yang terkandung dalam setiap makanan yang kamu uji? Apakah mengandung amilum, gula, atau protein?
3. Apakah ada pada satu jenis makanan yang kamu uji mengandung amilum, gula, dan protein sekaligus? Mengapa hal ini dapat terjadi?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

d. Vitamin

Masih ingatkah kamu bahwa vitamin dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit? Walaupun dibutuhkan dalam jumlah sedikit namun harus ada, karena vitamin diperlukan untuk mengatur fungsi tubuh dan mencegah beberapa penyakit. Vitamin dikelompokkan menjadi dua, yaitu vitamin yang larut dalam air (vitamin B dan C) dan vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K). Khusus vitamin D dapat terbentuk ketika kulit terkena sinar matahari, karena di dalam tubuh ada pro vitamin D. Perhatikan Tabel 4.8!

Tabel 4.8 Jenis Vitamin, Sumber, dan Manfaatnya

Vitamin	Manfaat	Sumber
Vit. A	Menjaga kesehatan mata, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, pertumbuhan tulang, dan menguatkan gigi	Susu, telur, hati, sereal, sayuran oranye seperti wortel, ubi jalar, labu, dan buah-buahan
Vit. B	Mengatur fungsi tubuh, membantu untuk menghasilkan sel darah merah	Gandum, makanan laut, daging, telur, produk susu seperti susu asam, sayuran berdaun hijau, kacang
Vit. C	Membentuk kolagen, membantu menjaga kesehatan jaringan tubuh seperti gusi dan otot, dan membantu tubuh melawan infeksi	Buah jeruk, stroberi, jambu biji, cabai, tomat, brokoli, dan bayam, dan sari buah jeruk
Vit. D	Menguatkan tulang dan gigi, membantu tubuh menyerap kalsium pembentuk tulang	Kuning telur, minyak ikan, dan makanan yang diperkaya seperti susu serta susu kedelai.
Vit. E	Sebagai antioksidan dan membantu melindungi sel dari kerusakan, penting bagi kesehatan sel-sel darah merah	Minyak sayur, kacang-kacangan, dan sayuran berdaun hijau, alpukat, gandum, dan biji-bijian
Vit. K	Membantu pembekuan darah dan meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tulang	Alpukat, anggur, sayuran hijau, produk susu seperti susu asam, umbi-umbian, biji-bijian dan telur

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.7 Buah dan Sayur sebagai Sumber Berbagai Vitamin

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bahwa sebenarnya ada waktu yang tepat untuk mengonsumsi buah-buahan. Buah-buahan mengandung serat, vitamin dan fruktosa atau penyedia gula sederhana alami yang mudah diserap oleh tubuh. Apabila buah dikonsumsi 30 menit sebelum makan berat seperti nasi, penyerapan nutrisi dalam buah dapat lebih optimal, karena insulin yang dihasilkan pankreas dapat segera mencerna fruktosa secara perlahan sehingga glukosa dapat terserap oleh tubuh lebih cepat. Penyerapan vitamin pun juga lebih optimal. Apabila buah dikonsumsi setelah memakan nasi, pankreas akan bekerja berat untuk mengolah nasi dan protein yang ada dalam lauk pauk yang memerlukan waktu pencernaan berjam-jam. Mengonsumsi buah juga dapat dilakukan setelah makan berat, namun sebaiknya dilakukan beberapa jam setelah makan, agar makanan yang sebelumnya masuk ke dalam tubuh sudah dicerna dengan baik sehingga nutrisi dalam buah dapat terserap secara optimal.

Kamu telah mengetahui beberapa sumber vitamin bagi tubuh kita. Kekurangan vitamin tersebut dapat menyebabkan beberapa gangguan di dalam tubuhmu. Salah satu contoh yang sering kita jumpai sehari-hari adalah kekurangan vitamin C. Salah satu akibat kekurangan vitamin C adalah sariawan. Pernahkah kamu mengalaminya? Untuk pengobatan atau pencegahan sariawan biasanya disarankan untuk banyak mengonsumsi buah-buahan yang asam seperti jeruk, stroberi, atau asam jawa. Padahal tidak semua orang suka rasa yang terlalu asam.

Tahukah kamu bahwa sebenarnya vitamin C itu tidak hanya terdapat pada buah-buahan yang asam. Nah, sebagai seorang peserta didik yang kritis coba kamu selidiki buah-buahan apa saja yang juga banyak mengandung vitamin C. Jadi kamu dapat memberikan alternatif saran bagi orang yang menderita sariawan untuk mengonsumsi buah lain yang mengandung banyak vitamin C. Oleh karena itu, coba lakukan aktivitas berikut ini dengan semangat.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.4 Uji Kandungan Vitamin C pada Buah

Vitamin C banyak ditemukan pada buah dan sayuran. Tiap-tiap jenis buah memiliki kadar vitamin C yang berbeda-beda. Untuk mengetahui kadar vitamin C pada masing-masing jenis buah, lakukan kegiatan berikut ini.

Apa yang kamu perlukan ?

1. 4 tabung reaksi
2. Gelas
3. Rak tabung reaksi
4. Tepung maizena
5. 2% iodium tinktur
6. Pipet
7. Pengaduk kayu
8. Timbangan
9. Beberapa jenis sari buah misalnya sari buah jambu, sari buah jeruk, sari buah tomat, sari buah mangga, sari buah pepaya, sari buah salak, atau sari buah yang ada di lingkunganmu.
10. Perlu kamu perhatikan! Jangan mencicipi salah satu sari buah. Iodium dapat menodai kulit dan pakaian. Bila terkena mata dapat menyebabkan iritasi. Beritahu gurumu jika terjadi tumpahan.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Beri tanda empat tabung reaksi A-D (sesuai dengan jumlah sari buah yang hendak kamu uji).
2. Isi masing-masing tabung reaksi 5 mL dengan sari buah yang berbeda.
3. Larutkan 0,3 g tepung maizena, dalam 50 mL air.
4. Tambahkan 5 mL larutan maizena ke masing-masing tabung reaksi, aduk sampai rata.
5. Teteskan iodium tinktur ke tabung reaksi A-D sambil diaduk. Catat jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk mengubah sari buah sampai berubah menjadi ungu.

6. Ulangi langkah 5 sampai 3 kali.
7. Tulislah data hasil percobaanmu pada Tabel 4.9!
   Catatan: Semakin banyak jumlah tetesan tinktur untuk mengubah warna menjadi ungu makin banyak kandungan vitamin C.

Tabel 4.9 Data Hasil Percobaan Uji Kandungan Vitamin C pada Buah

Tabung Reaksi	Jenis Sari Buah	Tetes Iodin untuk Mengubah Warna			Rerata
		1	2	3	
A	Jambu biji				
B	Jeruk				
C	Tomat				
D	Mangga				
E	Cabe besar				
F	dst				

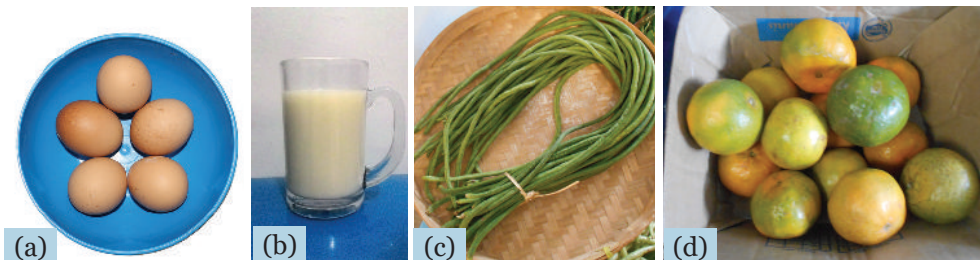
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan jumlah tetesan iodium tinktur, sari buah apa yang mengandung vitamin C paling tinggi?
2. Berdasarkan hasil percobaanmu, apa yang dapat kamu sarankan pada penderita sariawan?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

e. Mineral

Tubuhmu memerlukan sekitar 14 jenis mineral, di antaranya kalsium, fosfor, kalium, natrium, besi, iodium, dan seng. Mineral merupakan nutrisi yang sedikit mengandung atom karbon. Satu jenis makanan yang kita konsumsi ternyata dapat mengandung lebih dari satu jenis zat gizi, misalnya pada susu terkandung protein, lemak, serta juga mineral berupa kalsium. Perhatikan Gambar 4.8!

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 4.8 Bahan Makanan Sumber Mineral, (a) Telur, (b) Susu, (c) Kacang Panjang, (d) Buah Jeruk

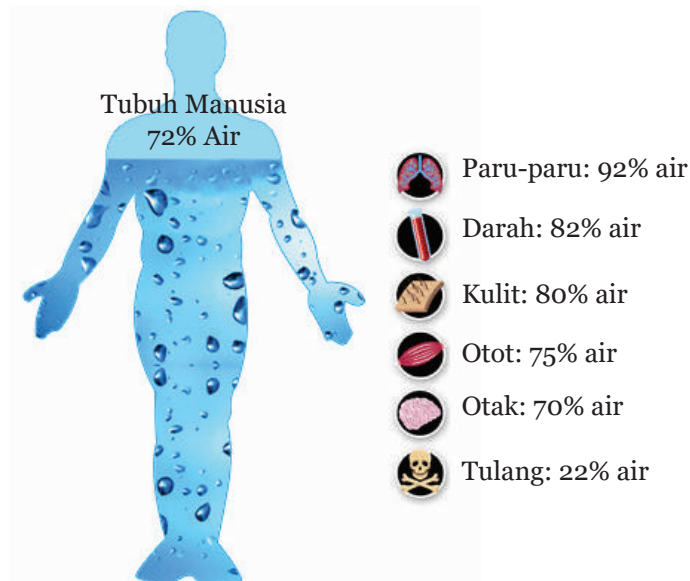
Mineral berfungsi dalam proses pembangunan sel, membantu reaksi kimia tubuh, mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, dan pembentukan dan pemeliharaan tulang. Beberapa mineral dibutuhkan tubuh kita dalam jumlah yang sangat sedikit sebagian yang lain cukup banyak. Berbagai mineral yang dibutuhkan tubuh, manfaatnya serta sumbernya dapat dicermati pada Tabel 4.10!

Tabel 4.10 Berbagai Mineral yang Dibutuhkan Tubuh

Mineral	Kegunaan	Sumber
Kalsium (Ca)	Bahan pembentuk tulang, gigi, kerja otot, dan kerja saraf	Telur, sayuran hijau, kedelai
Fosfor (P)	Membantu dalam kontraksi dan relaksasi otot serta pembentukan tulang-gigi	Daging, gandum, keju
Potasium/ Kalium (K)	Mengatur keseimbangan air dalam sel, mempercepat hantaran impuls pada saraf, dan kerja otot	Pisang, kentang, kacang, daging, dan jeruk
Sodium/ Natrium (Na)	Menjaga keseimbangan cairan dalam jaringan tubuh, dan mempercepat hantaran impuls pada saraf	Daging, susu, keju, garam, dan wortel
Besi (Fe)	Bahan utama penyusunan hemoglobin pada sel darah merah	Daging merah, kacang, bayam, dan telur
Iodium (I)	Sebagai salah satu sumber hormon tiroksin dan merangsang metabolisme	Ikan laut dan garam beriodium
Seng	Menjaga kekebalan tubuh, kesehatan mata, menghambat virus, mengurangi risiko kanker, kesehatan organ vital laki-laki, dan mempercepat penyembuhan luka	Kacang-kacangan, biji-bijian, dan gandum

f. Air

Apakah kamu pernah olahraga pada siang hari yang panas? Apa yang kamu rasakan? Kamu mungkin merasa haus, selanjutnya kamu akan mencari air minum. Air penting bagi tubuhmu untuk menjaga kelangsungan hidup. Kamu tentu lebih dapat menahan lapar daripada menahan haus. Mengapa demikian? Karena sel-sel tubuhmu membutuhkan air untuk beraktivitas. Di samping itu, nutrisi yang masuk ke tubuh kamu tidak dapat digunakan oleh sel-sel tubuh bila tidak terlarut dalam air.

Sekitar 60-80% sel tubuh makhluk hidup terdiri atas air. Tubuh dapat kehilangan air ketika bernapas, berkeringat, buang air besar maupun air kecil. Kehilangan air tersebut harus segera diganti dengan minum air sebanyak 2 liter atau 8 gelas sehari. Namun, minum air bukan satu-satunya cara untuk memasok sel-sel dengan air, karena tanpa kita sadari makanan yang kita makan mengandung banyak air. Contoh apel mengandung 80% air dan daging mengandung 66% air. Perhatikan Gambar 4.9!

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 4.9 Persentase Air dalam Tubuh Manusia

Air dibutuhkan oleh tubuh sebagai pembentuk sel dan cairan tubuh, pengatur suhu tubuh, pelarut zat-zat gizi lain dan pembantu proses pencernaan makanan, pelumas dan bantalan, media transportasi, dan media pengeluaran sisa metabolisme.

Ayo, Kita Selesaikan

Lani, yang melakukan "diet cokelat"mengaku tetap sehat, dengan berat badan stabil yaitu 50 kg. Lani makan 90 batang cokelat seminggu dan menghindari semua makanan lain. Selain itu setiap lima hari Lani makan makanan yang terbuat dari tepung. Seorang ahli gizi berkomentar: "Seseorang dapat hidup dengan pola makan seperti ini karena lemak dari cokelat memberikan energi, namun tidak mendapatkan gizi seimbang". Cokelat mengandung beberapa mineral dan nutrisi, tapi tidak mengandung cukup vitamin. Lani dapat mengalami masalah kesehatan yang serius di kemudian hari. Perhatikan Tabel 4.11!

Tabel 4.11 Kandungan Nutrisi dari 100 Gram Cokelat

Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Mineral (g)		Vitamin (mg)			Energi (kkal)
			Kalsium	Besi	A	B	C	
5	32	51	50	4	-	0,20	-	2.142

Pertanyaan

a. Misalkan setiap batang cokelat yang dimakan Lani memiliki berat 100 gram. Berdasarkan Tabel 4.11, setiap batang cokelat (100 g) mengandung 32 gram lemak dan memberikan 2.142 kalori (kkal) energi. Ahli gizi mengatakan: "Lemak memberinya energi untuk hidup". Jika Lani makan 100 g cokelat, apakah semua energi (2.142 kkal) berasal dari 32 g lemak? Jelaskan jawabanmu dengan menggunakan data dari Tabel 4.11!

b. Para ahli gizi mengatakan bahwa Lani "tidak mendapatkan cukup vitamin". Salah satu vitamin yang hilang dalam cokelat adalah vitamin C. Lani dapat mengganti kekurangan vitamin C dengan mengonsumsi makanan yang mengandung persentase vitamin C yang tinggi. Makanan apakah yang sebaiknya dikonsumsi Lani untuk mengganti kekurangan vitamin C ?

B. Sruktur dan Fungsi Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia

Ayo, Kita Pelajari

- Pencernaan mekanis dan pencernaan kimia
- Organ pencernaan dan fungsinya
- Organ pencernaan tambahan
- Enzim-enzim pencernaan

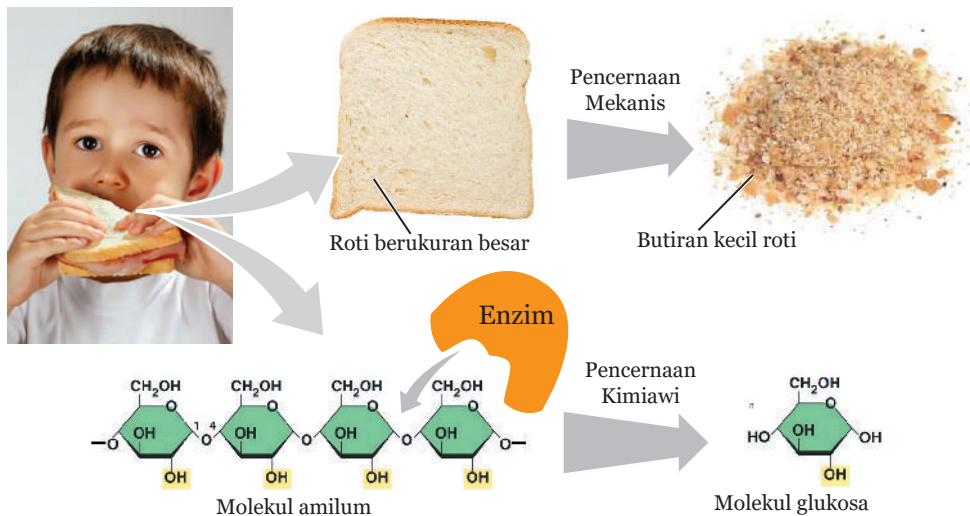
Istilah Penting

- Organ Pencernaan
- Pencernaan mekanis
- Pencernaan kimiawi
- Gerak peristaltik
- Enzim

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu mengetahui bagaimana proses pencernaan makanan dalam sistem pencernaanmu dapat menghasilkan makanan yang siap diserap oleh sel-sel dalam tubuh.

Masih ingatkah kamu bahwa makanan diperlukan oleh tubuh untuk memasok energi? Makanan diproses dalam tubuh melalui empat tahap yaitu: ingesti (proses memasukkan makanan ke dalam mulut), digesti (pencernaan), absorpsi (penyerapan), dan defekasi (pengeluaran). Pada saat makanan masuk ke dalam mulut, proses pencernaan dimulai. Pencernaan merupakan proses memecah makanan menjadi molekul kecil sehingga dapat diserap oleh tubuh melalui pembuluh darah. Selanjutnya, molekul makanan dari darah masuk ke dalam sel melintasi membran sel. Molekul yang tidak digunakan dan dibutuhkan oleh tubuh akan dikeluarkan dari tubuh melalui sistem ekskresi seperti keringat dan urine. Makanan yang tidak tercerna berupa feses akan dibuang melalui anus, proses ini disebut defekasi.

Pencernaan makanan terbagi atas dua macam, yaitu pencernaan mekanis dan pencernaan kimiawi. Pencernaan mekanis terjadi ketika makanan dikunyah, dicampur, dan diremas. Pencernaan mekanis salah satu contohnya terjadi di dalam mulut yaitu pada saat makanan dihancurkan oleh gigi. Pada pencernaan kimiawi, terjadi reaksi kimia yang menguraikan molekul besar makanan menjadi molekul yang lebih kecil. Pencernaan kimiawi pada proses pencernaan biasanya dilakukan dan dibantu oleh enzim-enzim pencernaan, seperti enzim amilase pada mulut. Perhatikan Gambar 4.10!

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 4.10 Pencernaan Mekanis dan Pencernaan Kimiawi

1. Organ Pencernaan Utama

Sistem pencernaan manusia terdiri atas organ utama berupa saluran pencernaan dan organ aksesori (tambahan). Saluran pencernaan merupakan saluran yang dilalui bahan makanan yang dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan berakhir di anus. Perhatikan Gambar 4.11!

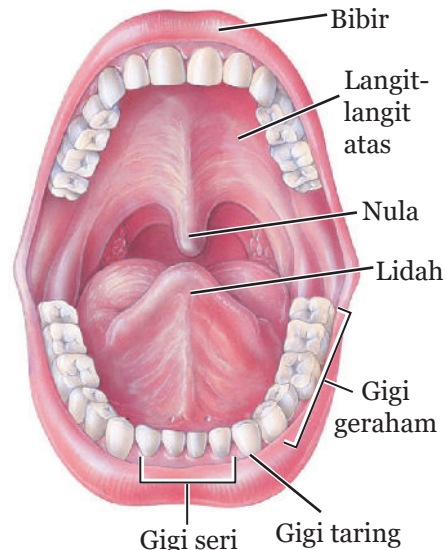
Sumber: Reece *et al*. 2012

Gambar 4.11 Organ Penyusun Sistem Pencernaan Manusia

Lidah, gigi, kelenjar air ludah (kelenjar saliva), hati, kantung empedu, dan pankreas merupakan organ aksesori yang membantu pencernaan mekanis dan kimiawi. Kelenjar pencernaan adalah organ aksesori yang mengeluarkan enzim untuk membantu mencerna

makanan. Untuk lebih jelasnya akan kamu pelajari sistem pencernaan yang meliputi saluran pencernaan dan organ aksesori antara lain sebagai berikut.

a. Mulut

Masih ingatkah kamu bahwa pencernaan ingesti terjadi di mulut? Perhatikan Gambar 4.12! Di dalam mulut, terdapat gigi, lidah, dan kelenjar air liur (saliva). Air liur mengandung mukosa atau lendir, senyawa yang berfungsi sebagai anti bakteri, dan enzim amilase atau dikenal dengan enzim ptialin. Enzim ini akan memecah molekul amilum menjadi molekul maltosa. Di dalam mulut terjadi pencernaan makanan secara mekanis dan kimiawi.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 4.12 Rongga Mulut

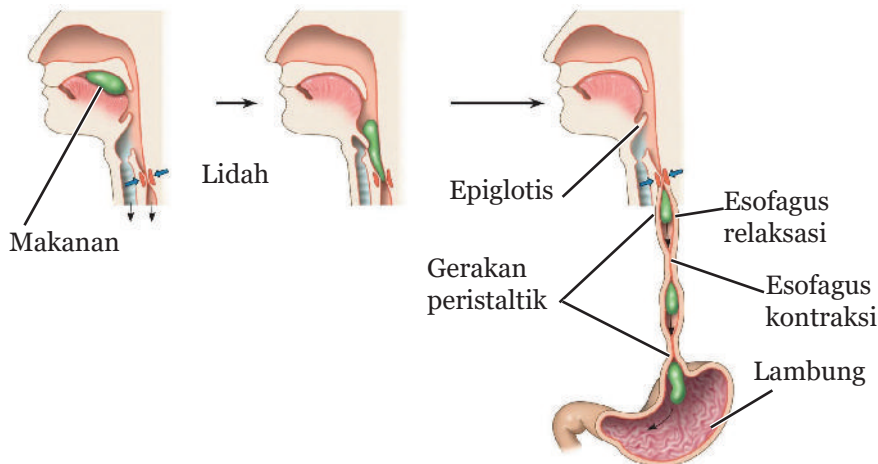
Ayo, Kita Pikirkan!

Coba pikirkan bagian mulut manakah yang berperan dalam pencernaan secara mekanis dan kimiawi? Coba jelaskan jawabanmu!

Ayo, Kita Diskusikan

Masih ingatkah kamu materi tentang gaya (F) dan tekanan (p)? Perhatikan struktur gigi pada Gambar 4.12! Bersama kelompokmu, coba analisislah keterkaitan antara luas permukaan (A) pada gigi seri, gigi taring, dan gigi geraham dengan tekanan (p) yang dihasilkan, serta fungsi dari masing-masing jenis gigi saat melakukan pencernaan secara mekanis!

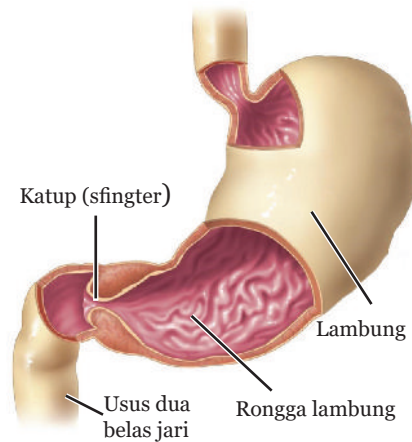
b. Kerongkongan (Esofagus)

Setelah melalui rongga mulut, makanan yang berbentuk bolus akan masuk ke dalam tekak (faring). Faring adalah saluran yang memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan (esofagus). Pada pangkal faring terdapat katup pernapasan yang disebut epiglotis. Epiglotis berfungsi untuk menutup ujung saluran pernapasan (laring) agar makanan tidak masuk ke saluran pernapasan. Setelah melalui faring, bolus menuju ke esofagus (kerongkongan). Otot kerongkongan berkontraksi sehingga menimbulkan gerakan meremas yang mendorong bolus ke dalam lambung. Gerakan otot kerongkongan ini disebut gerakan peristaltik. Perhatikan Gambar 4.13!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 4.13 Esofagus dan Gerakan Peristaltik

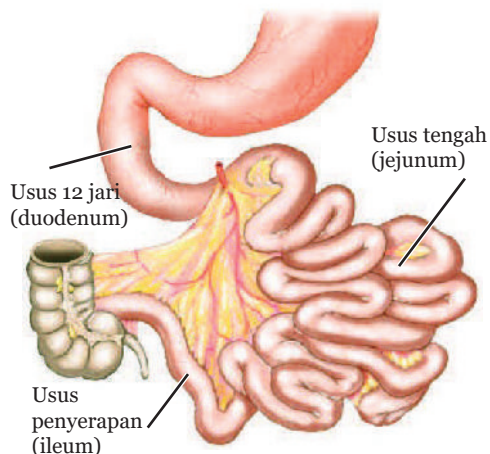
c. Lambung

Setelah dari esofagus makanan masuk ke lambung. Perhatikan Gambar 4.14! Di dalam lambung terjadi pencernaan mekanis dan kimiawi. Secara mekanis otot lambung berkontraksi mengaduk-aduk bolus. Secara kimiawi bolus tercampur dengan getah lambung. Getah lambung mengandung, asam klorida (HCl), enzim pepsin, dan enzim renin. HCl berfungsi untuk menjadikan ruangan dalam lambung bersifat asam (pH 1-3) sehingga dapat membunuh kuman yang masuk bersama makanan. Enzim pepsin akan menghidrolisis

(memecah) protein menjadi pepton (campuran dari polipeptida dan asam amino). Enzim renin akan mengendapkan protein kasein yang terdapat dalam susu. Setelah melalui proses pencernaan selama 2-4 jam di dalam lambung, bolus menjadi bahan kekuningan yang disebut kimus (bubur usus). Kimus akan masuk sedikit demi sedikit ke dalam usus dua belas jari. Pengaturan ini dibantu oleh adanya sfingter, yaitu otot-otot yang tersusun melingkar antara lambung dan usus dua belas jari.

Sumber: Shier *et al.* 2010

Gambar 4.14 Struktur Lambung pada Manusia

d. Usus Halus

Perhatikan Gambar 4.15! Usus halus memiliki panjang sekitar 8,25 meter. Usus halus terdiri atas tiga bagian yaitu, usus 12 jari (duodenum) dengan panjang sekitar 0,25 meter, usus tengah (jejunum) dengan panjang sekitar 7 meter, dan usus penyerapan (ileum) dengan panjang sekitar 1 meter. Dalam usus halus terjadi pencernaan secara kimiawi saja. Pada duodenum terdapat saluran yang terhubung dengan kantung empedu dan pankreas. Getah pankreas mengandung enzim lipase, amilase, dan tripsin. Enzim lipase akan mencerna lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Amilase akan mencerna amilum menjadi maltosa. Tripsin akan mencerna protein menjadi polipeptida. Getah empedu yang dihasilkan hati akan mengemulsikan lemak yakni membuat lemak agar larut dalam air.

Sumber: Longenbaker, 2010

Gambar 4.15 Struktur Usus Halus dan Bagian-bagiannya

Pencernaan makanan dilanjutkan di jejunum. Pada bagian ini terjadi pencernaan terakhir sebelum zat-zat makanan diserap. Zat-zat makanan setelah melalui jejunum menjadi bentuk yang siap diserap.

Penyerapan zat-zat makanan terjadi di ileum. Glukosa, vitamin yang larut dalam air, asam amino, dan mineral setelah diserap oleh vili usus halus akan dibawa oleh darah menuju hati dan diedarkan ke seluruh tubuh. Glukosa dalam hati selanjutnya disimpan dalam bentuk glikogen. Asam lemak, gliserol, dan vitamin yang larut dalam lemak setelah diserap oleh vili usus halus akan dibawa oleh pembuluh getah bening menuju hati, kemudian disimpan dalam jaringan lemak. Tahukah kamu bagaimana usus dapat menyerap zat-zat makanan dengan sangat efektif? Agar kamu mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.5 Model Penyerapan di Usus Halus

Apa yang kamu perlukan?

1. Kain katun ukuran 25 × 25 cm
2. Kain handuk ukuran 25 × 25 cm
3. Wadah tempat menampung air

Apa yang harus kamu lakukan?

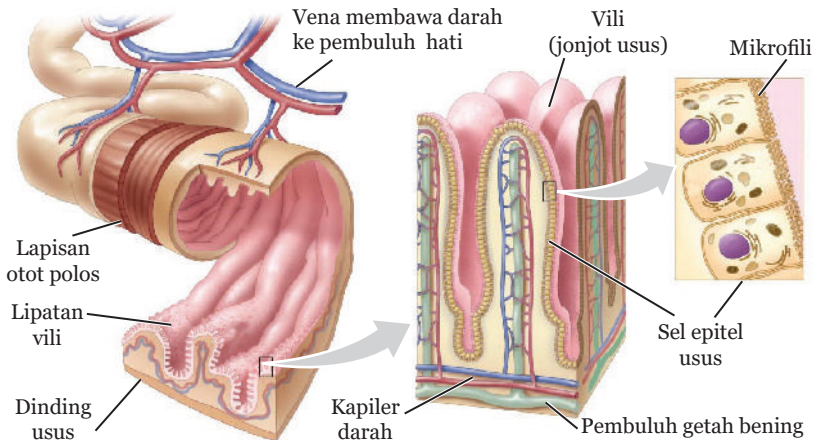
1. Rendam kedua potong kain ke dalam mangkuk berisi air selama 30 detik.
2. Ambil ke dua kain dari mangkuk, siram ke dua kain dengan air dari kran (air mengalir) selama satu menit.
3. Peras setiap kain ke wadah yang berbeda.
4. Ukurlah jumlah air yang tertampung.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Kain apa yang menyerap air lebih banyak? Mengapa?
2. Bandingkan permukaan kain handuk dengan permukaan dalam usus halus? Apa struktur yang membedakan keduanya?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 4.5 kamu dapat melihat analogi peristiwa penyerapan yang terjadi dalam usus halus. Struktur usus manusia memiliki lipatan-lipatan, baik bagian luar maupun bagian dalam, yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan. Perhatikan Gambar 4.16!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 4.16 Struktur Bagian dalam Usus Halus

Semakin luas bidang permukaan bagian dalam usus, semakin banyak vili yang terdapat akan menyebabkan proses penyerapan yang terjadi juga akan semakin efektif. Maha Suci Tuhan yang telah merancang struktur usus halus seperti itu. Bayangkan apabila struktur usus datar, maka penyerapannya juga tidak efektif dan membutuhkan waktu yang sangat lama, akibatnya kita akan kekurangan pasokan nutrisi.

d. Usus Besar

Usus besar atau kolon memiliki panjang ± 1 meter dan terdiri atas kolon *asendens* (naik), kolon *transversum* (mendatar), dan kolon *desendens* (menurun) dan berakhir pada anus. Di antara usus halus dan usus besar terdapat usus buntu (sekum). Perhatikan Gambar 4.17! Pada ujung sekum terdapat tonjolan kecil yang disebut umbai cacing (apendiks) yang berisi massa sel darah putih yang berperan dalam imunitas.

Bahan makanan yang sampai pada usus besar dapat dikatakan sebagai zat-zat sisa. Zat-zat sisa berada dalam usus besar selama 1 sampai 4 hari. Zat sisa tersebut terdiri atas sejumlah besar air dan

bahan makanan yang tidak dapat tercerna, misalnya selulosa. Usus besar berfungsi mengatur kadar air pada sisa makanan. Bila kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, maka dinding usus besar akan menyerap kelebihan air tersebut. Sebaliknya bila sisa makanan kekurangan air, maka dinding usus besar akan mengeluarkan air dan mengirimnya ke sisa makanan. Di dalam usus besar terdapat banyak sekali bakteri *Escherichia coli* yang membantu membusukkan sisa-sisa makanan tersebut. Bakteri *Escherichia coli* mampu membentuk vitamin K dan B12.

Sumber: Tortora, 2008

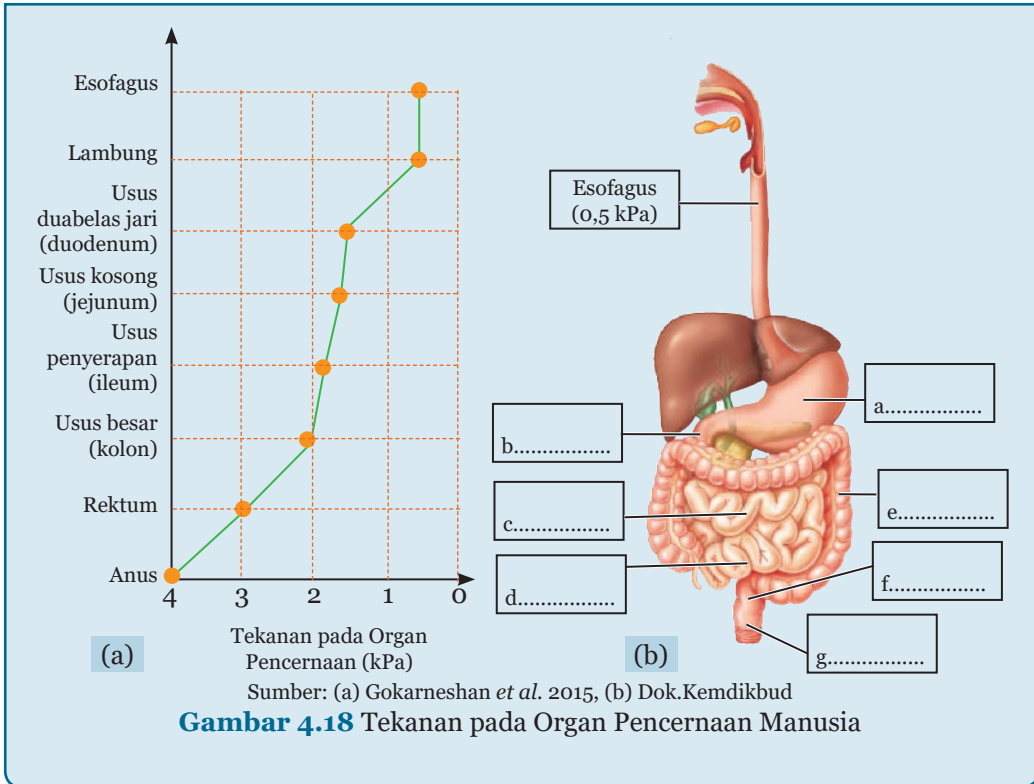
Gambar 4.17 Struktur Usus Besar pada Manusia

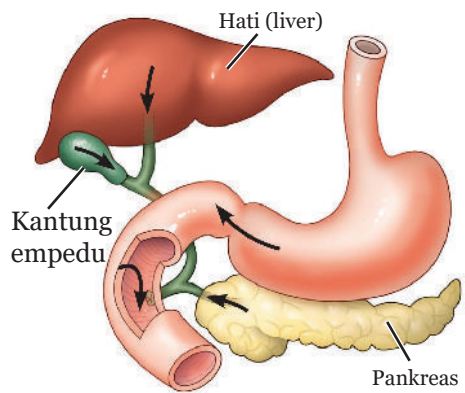
Sisa makanan yang tidak terpakai oleh tubuh beserta gas-gas yang berbau disebut tinja (feses) dan dikeluarkan melalui anus. Setelah kamu mengetahui organ-organ pencernaan serta bagaimana proses pencernaan yang terjadi di dalamnya. Coba lakukan aktivitas berikut ini untuk menambah pemahamanmu.

Ayo, Kita Diskusikan

Tahukah kamu bahwa di dalam saluran pencernaan juga melibatkan tekanan? Perhatikan Gambar 4.18! Tekanan dalam saluran pencernaan berkisar di antara 0,5 hingga 5 kilo Pasca (kPa). Tekanan dalam usus halus berkisar di antara 1,5 hingga 1,9 kPa, sedangkan dalam usus besar berkisar di antara 2,1 - 2,8 kPa. Tekanan ini dihasilkan oleh gaya otot polos pada saluran pencernaan. Tekanan ini yang membuat makanan dapat terus bergerak mulai dari mulut menuju anus. Bersama kelompokmu diskusikan besar tekanan pada masing-masing organ pencernaan pada Gambar 4.18b, berdasarkan data pada Gambar 4.18a!

Sumber: (a) Gokarneshan *et al.* 2015, (b) Dok.Kemdikbud

Gambar 4.18 Tekanan pada Organ Pencernaan Manusia

2. Organ Pencernaan Tambahan

Proses pencernaan manusia tidak hanya terdiri atas saluran pencernaan, tetapi juga terdapat organ pencernaan tambahan berupa kelenjar pencernaan. Kelenjar pencernaan membantu mencerna makanan dengan menghasilkan enzim-enzim yang digunakan dalam pencernaan makanan secara kimiawi. Terdapat tiga organ pencernaan tambahan yaitu hati, kantung empedu, dan pankreas. Perhatikan Gambar 4.19!

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 4. 19 Beberapa Kelenjar Pencernaan

a. Hati

Hati merupakan kelenjar terbesar dalam tubuh, berada pada bagian rongga perut sebelah kanan di bawah diafragma. Hati berperan dalam proses detoksifikasi. Ketika dalam darah terkandung beberapa zat yang berbahaya dan bersifat racun maka hati akan menetralisir racun tersebut sehingga tidak berbahaya bagi tubuh.

Hati merupakan organ penyimpanan. Hati akan memindahkan zat besi (Fe) dan vitamin A, D, E, K, dan B12 dari darah dan menyimpannya. Hati juga berperan dalam menjaga keseimbangan kadar glukosa darah. Ketika kadar glukosa dalam darah rendah, hati akan melepaskan glukosa dengan cara memecah glikogen. Bahkan, jika dibutuhkan hati akan mengubah gliserol, asam lemak, dan asam amino menjadi glukosa. Selain itu, hati juga mengatur kadar kolesterol dalam darah. Kolesterol akan diubah menjadi asam kolik (*cholic acid*) yang berfungsi untuk mengemulsi lemak. Sel-sel hati akan mengeluarkan getah yang mengandung kolesterol, asam kolik, garam empedu, lesitin, bilirubin, dan elektrolit. Getah ini disebut dengan getah empedu.

b. Kantung empedu

Kantung empedu merupakan organ yang berada di bawah hati. Kantung ini akan menyimpan getah empedu yang dihasilkan oleh hati. Getah empedu berwarna kuning kehijauan karena mengandung pigmen bilirubin. Bilirubin merupakan pigmen yang terbentuk dari pemecahan hemoglobin. Getah empedu akan dikeluarkan ke usus halus dan berperan dalam mengemulsi lemak. Dengan demikian, lemak akan terpecah menjadi butiran-butiran kecil sehingga lebih mudah dicerna oleh enzim pencernaan dan melanjutkan proses pemecahan hingga dapat diserap oleh tubuh.

c. Pankreas

Pankreas merupakan organ yang berada di balik perut di belakang lambung. Sel-sel pada pankreas akan menghasilkan carian pankreas, yang akan masuk ke dalam duodenum melalui saluran pankreas. Getah pankreas mengandung sodium bikarbonat ($NaHCO_3$) dan enzim-enzim pencernaan yang berperan dalam pemecahan karbohidrat, protein, dan lemak. Pankreas juga merupakan kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon insulin. Hormon insulin ini berfungsi mengatur proses pengubahan glukosa dalam darah menjadi glikogen yang

disimpan dalam hati. Adanya hormon insulin inilah yang mengontrol keseimbangan jumlah glukosa dalam darah. Apabila terjadi gangguan dalam produksi insulin maka dapat mengakibatkan penyakit diabetes.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.6 Pencernaan Kimiawi

Di dalam rongga mulut terjadi pencernaan mekanis dan kimiawi. Pencernaan kimiawi dibantu saliva atau air liur. Nasi yang kamu kunyah di rongga mulut setelah 5 menit dapat terasa lebih manis. Mengapa hal itu dapat terjadi? Kalian akan menemukan jawabannya setelah melakukan percobaan ini.

Apa yang kamu perlukan?

1. Amilase (dari air liur atau ekstrak kecambah kacang hijau)
2. 1 sendok makan pati atau kanji
3. Kapas
4. 1 gelas air kran
5. 1 buah gelas ukur
6. 1 buah pengaduk
7. 3 buah pipet tetes
8. 1 buah sendok plastik
9. 1 buah pembakar spiritus
10. 1 buah kaki tiga
11. Larutan iodium atau lugol untuk uji zat amilum
12. Larutan Benedict untuk uji zat gula
13. 1 buah plat tetes
14. 1 buah tabung reaksi

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Kumpulkan enzim amilase dari kecambah kacang hijau dengan cara hancurkan $\frac{1}{2}$ gelas kecambah kacang hijau yang telah ditambah $\frac{1}{4}$ gelas air menggunakan pistil dan mortar. Setelah halus, saring bahan tersebut dengan menggunakan saringan teh. Larutan yang sudah kamu peroleh tersebut mengandung enzim amilase.

2. Masukkan 1 sendok makan pati/kanji dalam satu gelas air. Tambahkan sekitar 100 mL air dalam gelas. Panaskan gelas dengan pembakar spiritus dan aduk terus sampai cairan mengental (transparan), kemudian dinginkan!
3. Tempatkan plat tetes di atas kertas putih, sehingga kamu dapat mengamati perubahan warna dengan jelas.
4. Masukkan 5 mL larutan kanji dalam tabung reaksi pada suhu kamar, kemudian segera tambahkan 0,5 mL amilase. Aduk dengan cepat dan merata. Catat waktunya! Masukkan campuran larutan kanji-amilase ke dalam cekungan plat tetes beri tanda dengan nomor 1 sampai dengan nomor 8. Pada menit 1 tetesi cekungan plat tetes dengan larutan iodium, selanjutnya setiap selang waktu satu menit cekungan plat tetes yang lain ditetesi dengan larutan iodium.
5. Catat perubahan warna dari plat tetes 1 sampai dengan nomor 8.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Pada cekungan plat tetes nomor berapa yang warnanya paling gelap? Mengapa?
2. Pada cekungan plat tetes nomor berapa yang warnanya paling terang? Mengapa?
3. Setelah 5 menit masukkan larutan kanji-amilase ke tabung reaksi, tetesi dengan larutan Benedict. Amati apa perubahan warna pada dasar tabung reaksi!
4. Setelah melakukan percobaan ini, menurutmu mengapa kamu harus benar-benar mengunyah makanan? Apa manfaat mengunyah makanan dalam mulut lebih lama?

Berdasarkan percobaan ini, coba tulislah di majalah dinding sekolahmu pada kolom berita kesehatan yang menjelaskan kepada teman-teman kamu agar sadar kesehatan dengan mengunyah makanan lebih baik.

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Ayo, Kita Selesaikan

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari berbagai organ yang terlibat dalam proses pencernaan beserta fungsinya. Proses pencernaan makanan tidak dapat dilepaskan dari enzim dan beberapa zat kimia lainnya. Enzim adalah protein yang berfungsi mempercepat laju reaksi kimia dalam tubuh. Bersama kelompokmu lengkapilah nama organ yang berperan dalam proses pencernaan, nama enzim atau zat kimia yang dihasilkan, dan fungsinya dalam sistem pencernaan makanan.

Tabel 4.12 Organ Pencernaan, Enzim dan Zat Kimia yang Dihasilkan serta Fungsinya

Organ Tempat Pencernaan	Organ/Jaringan Penghasil Zat Kimia/Enzim	Zat Kimia/ Enzim yang Dihasilkan	Fungsi
Mulut	Kelenjar saliva	Amilase	Memecah pati (amilum) menjadi maltosa
Lambung			
Usus halus			

C. Gangguan pada Sistem Pencernaan dan Upaya untuk Mencegah atau Menanggulanginya

Ayo, Kita Pelajari

- Obesitas
- Mag (Gastritis)
- Hepatitis
- Konstipasi
- Kekurangan Vitamin

Istilah Penting

- Hepatitis
- Gastritis
- Diare
- Konstipasi
- Avitaminosis

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu mengetahui beberapa gangguan pada organ-organ pencernaan sehingga kamu akan berupaya untuk mencegah dan menjaga organ-organ pencernaanmu.

1. Obesitas

Obesitas adalah suatu kondisi tubuh yang memiliki kandungan lemak berlebih, sehingga dapat menimbulkan efek negatif pada kesehatan. Obesitas dapat meningkatkan risiko terkena beberapa jenis penyakit, seperti penyakit jantung, diabetes, dan osteoartritis. Obesitas umumnya disebabkan karena konsumsi makanan yang berlebih dan kurangnya aktivitas tubuh. Namun demikian, obesitas juga dapat disebabkan oleh keturunan melalui pewarisan gen atau akibat konsumsi obat tertentu. Pada beberapa orang, ada yang sedikit mengonsumsi makanan namun mengalami kelebihan berat badan. Hal ini dapat disebabkan laju metabolisme tubuh yang lambat.

Upaya utama untuk mencegah atau menangani obesitas adalah dengan berolahraga dan mengatur pola makan. Pengaturan pola makan dapat dilakukan dengan mengurangi konsumsi makanan yang banyak mengandung energi, seperti makanan yang tinggi gula dan lemak, dan banyak mengonsumsi makanan yang mengandung serat tinggi.

Tahukah Kamu?

Untuk mengetahui apakah tubuhmu mengalami obsesitas atau tidak, dapat dilakukan dengan menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{IMT} = \frac{\text{Massa Tubuh (kg)}}{\text{Tinggi Tubuh (m)} \times \text{Tinggi Tubuh (m)}}$$

Bandingkanlah hasil perhitungan IMT dengan kriteria pada Tabel 4.13!

Tabel 4.13 Kriteria Indeks Massa Tubuh (IMT)

Rentang IMT (Kg/m^2)	Kriteria
< 18,5	Berat badan kurang
18,5 - 24,9	Berat badan normal
25,0 - 29,9	Berat badan berlebih
30,0 - 34,9	Obesitas (OB) kelas I
35,0 - 39,9	Obesitas (OB) kelas II
> 40,0	Obesitas (OB) kelas III

2. Karies Gigi

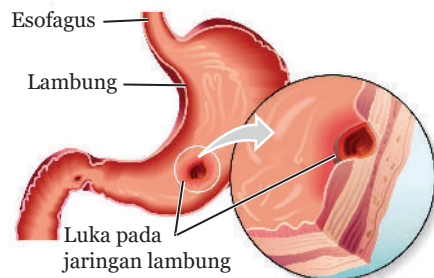
Karies gigi atau gigi berlubang, merupakan kerusakan gigi akibat infeksi bakteri yang merusak lapisan gigi sehingga merusak struktur gigi. Perhatikan Gambar 4.20! Bakteri pada mulut mengolah gula sehingga menghasilkan asam. Asam yang diproduksi selama metabolisme dalam mulut ini dapat merusak gigi. Gigi berlubang dapat menyebabkan nyeri pada gigi jika sampai terlalu dalam kerusakannya karena telah sampai merusak saraf gigi.

Sumber: doctorspiller.com
Gambar 4.20 Karies Gigi

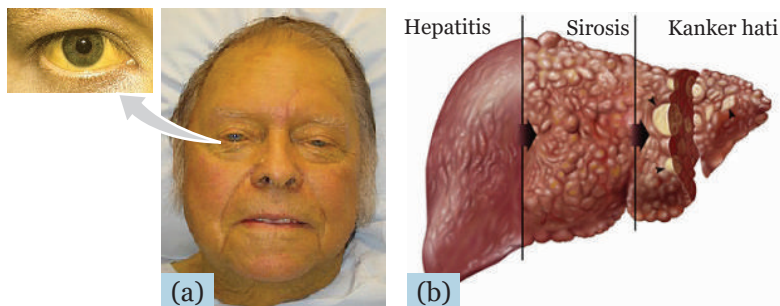
Pada umumnya penyakit gigi dan mulut disebabkan oleh kurangnya menjaga kebersihan mulut. Oleh karena itu, upaya pencegahan yang dapat kamu lakukan adalah dengan memerhatikan kebersihan gigi. Menyikat gigi minimal 2 kali sehari, membersihkan gigi dengan menggunakan benang gigi, obat kumur atau berkumur dengan larutan garam dan air hangat dapat membantu mengurangi plak pada gigi, serta pemeriksaan gigi secara teratur dapat mengurangi perkembangan bakteri yang menyebabkan terjadinya penyakit pada mulut dan gigi. Selain itu kamu juga harus mengurangi makanan-makanan manis seperti permen, minuman bersoda, atau makanan manis lainnya agar jumlah plak yang menempel pada gigi berkurang. Kamu dapat berkumur dengan air setelah banyak makan makanan manis. Perbanyak minum air putih juga dapat mengurangi plak yang menempel pada gigi.

3. Mag (Gastritis)

Sakit Mag (gastritis), merupakan penyakit yang menyebabkan terjadinya peradangan atau iritasi pada lapisan lambung. Perhatikan Gambar 4.21! Mag dapat diakibatkan meningkatnya asam lambung, infeksi bakteri *Helicobacter pylori*, peningkatan asam lambung, stres, makan tidak teratur, dan mengonsumsi makanan yang terlalu pedas atau asam. Mag dapat dicegah dengan cara makan teratur, makan

secukupnya, cuci tangan sebelum makan, menghindari makanan yang memicu produksi asam lambung yang berlebihan seperti makanan asam, makanan pedas, dan kopi. Selain itu menghindari stres yang berlebihan juga dapat membantu mencegah sakit mag. Apabila mag disebabkan adanya infeksi bakteri *Helicobacter pylori*, dapat diobati dengan mengonsumsi obat antibiotik seperti amoksilin dan tetrasiklin. Namun, tentu harus dengan resep dari dokter.

Sumber: www.wisegeek.org
Gambar 4.21 Luka pada Lambung

4. Hepatitis

Hepatitis merupakan penyakit peradangan pada hati. Orang yang menderita hepatitis ringan memiliki gejala seperti orang yang terkena flu, yaitu sakit otot dan persendian, demam, diare, dan sakit kepala. Penderita hepatitis akut dapat mengalami *jaundice* (menguningnya kulit dan mata), membesarnya hati, dan membesarnya limfa . Hepatitis apabila tidak segera ditangani dapat memicu fibrosis (kerusakan pada hati) dan sirosis (gagal hati kronis). Sirosis dapat meningkatkan risiko berkembangnya kanker hati.

Sumber: (a) en.wikipedia.org, (b) fehv.org
Gambar 4.22 (a) Orang yang Mengalami *Jaundice*, (b) Kondisi Hati Penderita Hepatitis, Sirosis, dan Kanker Hati

Virus hepatitis B merupakan penyebab utama penyakit hepatitis. Selain virus hepatitis B, penyakit hepatitis juga dapat disebabkan oleh bakteri, jamur, Protozoa, racun seperti alkohol, dan penggunaan obat secara terus menerus, seperti parasetamol.

5. Diare

Diare adalah penyakit pada saluran usus besar yang disebabkan oleh infeksi bakteri dan Protozoa, seperti *Entamoeba coli*. Ketika terjadi infeksi, dinding usus besar teriritasi, gerakan peristaltik meningkat, serta air tidak dapat diserap. Penderita diare dapat mengalami dehidrasi karena air dalam usus terus menerus dikeluarkan, selain itu penderita diare juga akan mengalami mulas di perut karena kontraksi otot pada usus besar terjadi terus menerus.

Upaya mencegah diare adalah dengan menjaga kebersihan makanan yang kamu makan, karena makanan yang kurang higienis biasanya mengandung bakteri yang dapat menyebabkan diare, cucilah tangan sebelum makan, minum air yang dimasak atau air kemasan yang higienis, dan jagalah kebersihan diri dan lingkungan. Apabila terkena diare, penanganan yang dilakukan adalah dengan meminum oralit (larutan gula garam) untuk mengganti cairan yang bayak keluar saat diare, atau dapat juga minum obat diare. Obat diare biasanya memiliki fungsi utama membantu proses pemadatan feses, bukan menghentikan diare. Apabila sakit diare belum teratasi segeralah memeriksakan diri ke dokter.

6. Konstipasi

Konstipasi merupakan kondisi feses keras atau kering sehingga sulit dikeluarkan. Penyebab konstipasi adalah kurangnya asupan makanan berserat dan kurang minum. Ketika feses tidak dikeluarkan secara teratur, air yang terkandung di dalamnya akan terserap sehingga menyebabkan feses keras atau kering sehingga sulit dikeluarkan. Upaya mencegah konstipasi di antaranya adalah tidak sering menahan buang air besar, makan makanan yang berserat seperti sayur dan buah-buahan, hindari mengonsumsi makanan yang tinggi lemak dan gula (seperti makanan manis, keju, makanan olahan) karena makanan tersebut dapat menimbulkan konstipasi, minum cukup banyak air. Banyak minum dan makan makanan berserat akan membantu pergerakan feses dan membantu feses lebih lunak sehingga dapat menghindari konstipasi. Selain itu peningkatan aktivitas fisik juga membantu mengatasi konstipasi.

7. Gejala Kekurangan Vitamin

Kekurangan vitamin pada tubuh disebut dengan avitaminosis. Pada Tabel 4.14 berikut akan dipaparkan beberapa gejala kekurangan vitamin pada tubuh.

Tabel 4.14 Gejala Kekurangan Vitamin

Vitamin	Gangguan
Vitamin A	Penglihatan kabur, kerusakan hati dan tulang, rambut rontok
Vitamin B	Penyakit beri-beri, gangguan saraf, kehilangan berat badan berlebih, dan anemia
Vitamin C	Skorbut (degenerasi kulit, gigi, pembuluh darah), sariawan, lemas, luka yang lambat sembuh, dan gangguan kekebalan tubuh
Vitamin D	Riket (cacat tulang) pada anak-anak, pelunakan tulang pada orang dewasa, kerusakan otak, kardiovaskular, dan ginjal
Vitamin E	Degenerasi sistem saraf
Vitamin K	Kelainan penggumpalan darah, kerusakan hati dan anemia

8. Gejala Kekurangan Mineral

Kekurangan mineral juga dapat menyebabkan gangguan pada tubuh. Perhatikan Tabel 4.15 untuk mengetahui beberapa gejala akibat kurangnya asupan mineral.

Tabel 4.15 Gejala Kekurangan Mineral pada Tubuh

Mineral	Gangguan
Kalsium (Ca)	Keterlambatan pertumbuhan dan kehilangan massa tulang
Fosfor (P)	Lemas, kehilangan mineral dari tulang, dan kehilangan kalsium
Magnesium (Mg)	Gangguan sistem saraf
Natrium (Na)	Kram otot dan nafsu makan berkurang
Besi (Fe)	Anemia dan kelainan kekebalan tubuh
Iodium (I)	Gondok (pembengkakan kelenjar tiroid)
Seng (Zn)	Kegagalan pertumbuhan, kelainan kulit, kegagalan reproduksi, dan gangguan kekebalan tubuh

Setelah mempelajari berbagai jenis nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh serta bagaimana sistem pencernaan makanan pada tubuhmu, sekarang kamu telah mengetahui bagaimana pentingnya sistem pencernaan tubuh dalam mengolah makanan sehingga dapat

dimanfaatkan oleh tubuh. Oleh karena itu, sekarang kamu harus mulai memerhatikan kesehatan sistem pencernaanmu dan asupan nutrisi yang baik untuk tubuh. Pola makan yang seimbang dengan aktivitas harianmu serta pola makan yang teratur merupakan salah satu upaya menjaga kesehatan sistem pencernaanmu. Tentunya masih banyak lagi upaya menjaga kesehatan yang dapat kamu lakukan. Coba tuliskan beberapa upaya lain untuk menjaga kesehatan sistem pencernaan.

Ayo, Kita Cari Tahu

Masih banyak gangguan atau penyakit yang terjadi pada sistem pencernaan. Bersama kelompokmu carilah informasi mengenai gangguan atau penyakit beserta penyebab dan cara menanggulanginya. Kamu dapat membaca artikel-artikel kesehatan baik dari majalah, koran, atau internet. Tuliskan satu hasil pencarianmu pada selembar kertas, kemudian kumpulkan dengan pekerjaan teman-teman sekelasmu. Kamu dapat menyusun tips-tips menjaga kesehatan sistem pencernaan dan bagaimana pola makan yang sehat menjadi satu, kemudian menempelkan pada majalah dinding di kelasmu.

Ayo, Kita Renungkan

Makan merupakan salah satu ciri makhluk hidup untuk dapat beraktivitas dan bertahan hidup. Melalui sistem pencernaan yang ada dalam tubuh, kamu dapat memperoleh energi dari makanan. Kamu patut bersyukur kepada Tuhan karena telah memberi tubuh yang sehat sehingga semua sistem dalam tubuh bekerja dengan baik. Bersyukurlah atas nikmat Tuhan karena tidak ada proses pencernaan yang lebih sempurna daripada proses pencernaan melalui sistem pencernaan ciptaan Tuhan. Oleh karena itu, kamu harus berupaya menjaga kesehatan sistem pencernaan dengan makan teratur, makan makanan yang cukup serat dan gizi yang seimbang, menjaga kebersihan makanan serta kebersihan organ pencernaan seperti mulut agar terhindar dari penyakit. Bagaimana dengan kamu? Apakah kamu telah menjaga sistem pencernaanmu? Coba kamu jawab pertanyaan pada Tabel 4.16!

Tabel 4.16 Pertanyaan/Pernyataan untuk Refleksi Terkait Sistem Pencernaan Manusia

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu makan teratur setiap hari?		
2	Apakah kamu suka mengonsumsi sayur dan buah?		
3	Apakah kamu menggosok gigi secara teratur?		
4	Apakah kamu menjaga kebersihan makanan yang kamu makan?		
5	Apakah kamu bersyukur kepada Tuhan yang telah menganugerahkan sistem pencernaan bagimu?		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban "ya" mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban "tidak" mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 3 : kamu tidak peduli pada sistem pencernaanmu.
- Skor 4 - 6 : kamu kurang peduli pada sistem pencernaanmu.
- Skor 7 - 10 : kamu peduli pada sistem pencernaanmu.

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli terhadap sistem pencernaanmu, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulianmu terhadap sistem pencernaanmu.

Info Tokoh
854-923 M
Ar-Razi
Menemukan perbedaan mulas di usus kecil dengan gangguan usus besar
287-212 SM
Joseph Black
Penemu prinsip kalor laten dan kalorimeter
936-1013 M
Ivan Petrovich Pavlov
Menemukan keterkaitan antara respons keluarnya air liur terhadap makanan, yang merupakan sinyal untuk memulai pencernaan
Kazimierz Funk
1136-1206 M
Menemukan konsep vitamin. Vitamin yang pertama kali ditemukan adalah vitamin dari grup amina yaitu vitamin B1 (thiamin)
1761 M
Sir Walter N. Hawort
Penemu vitamin C
Baruch Samuel Blumberg
1855-1932 M
Penemu virus dan vaksin Hepatitis B (1965 menemukan virus hepatitis B)
1858- 1930 M
Christiaan Eijkman
Ilmuwan Belanda yang memelopori penemuan vitamin B1 yang disebut faktor antiberi-beri

Rangkuman

1. Makanan memiliki peran yang penting bagi kehidupan manusia sebagai sumber energi dan bahan penyusun tubuh manusia.
2. Kebutuhan energi manusia dinyatakan dalam satuan kalori. Satu kalori itu menunjukkan jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan 1 gram air sebesar 1°C.
3. Karbohidrat adalah sumber energi utama pada tubuh yang sumbernya dapat berasal dari nasi, roti, sagu, atau kentang.
4. Lemak merupakan salah satu komponen yang penting bagi tubuh karena dapat melarutkan beberapa macam vitamin dan merupakan cadangan energi yang paling besar.
5. Protein berperan sebagai penghasil energi, pembangun massa tubuh, dan pembentuk enzim, antibodi, serta hormon.
6. Vitamin merupakan bahan yang wajib ada dalam bahan makanan walaupun dalam jumlah yang sedikit karena vitamin berperan untuk mengatur fungsi tubuh dan mencegah beberapa macam penyakit.
7. Makanan diproses dalam tubuh melalui empat tahap yaitu: ingesti (pemasukan makanan), digesti (pencernaan), absorpsi (penyerapan), dan defekasi (pengeluaran).
8. Organ pencernaan manusia terdiri atas saluran pencernaan dan organ pencernaan tambahan. Saluran pencernaan adalah organ-organ yang dilewati oleh bahan makanan yang terdiri atas mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan anus. Organ pencernaan tambahan berupa organ-organ penghasil enzim yaitu hati, empedu, dan pankreas.
9. Pencernaan makanan terbagi atas dua macam yaitu pencernaan mekanis dan pencernaan kimiawi. Pencernaan mekanis terjadi ketika makanan dikunyah, dicampur, dan diremas. Pencernaan kimiawi, terjadi reaksi kimia yang menguraikan molekul besar makanan menjadi molekul yang lebih kecil.
10. Pencernaan mekanis dalam mulut dibantu oleh gigi dan lidah. Gigi terdiri atas beberapa jenis, yaitu (1) gigi seri, berfungsi untuk memotong makanan, (2) gigi taring, berfungsi untuk mencabik-cabik makanan, dan (3) gigi geraham, yang berfungsi untuk mengunyah makanan.

11. Otot kerongkongan dapat berkontraksi sehingga menimbulkan gerakan meremas yang mendorong bolus ke dalam lambung yang disebut gerakan peristaltik.
12. Di dalam lambung terjadi pencernaan mekanis dan kimiawi. Secara mekanis otot lambung berkontraksi mengaduk-aduk bolus. Secara kimiawi bolus tercampur dengan getah lambung yang mengandung asam klorida (HCl), enzim pepsin, dan enzim renin.
13. Usus halus terdiri atas tiga bagian yaitu, usus 12 jari (duodenum, usus tengah (jejunum), dan usus penyerapan (ileum).
14. Getah pankreas mengandung enzim lipase, amilase, dan tripsin.
15. Usus besar terdiri atas kolon asendens (naik), kolon transversum (mendatar), dan kolon desendens (menurun) dan berakhir pada anus.
16. Zat-zat sisa yang berada dalam usus besar dibusukkan dengan bantuan bakteri *Escherichia coli*.
17. Hati berperan dalam proses detoksifikasi, menyimpan vitamin A, D, E, K, dan B12, menjaga keseimbangan kadar glukosa darah, dan menghasilkan getah empedu.
18. Pankreas merupakan kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon insulin yang berfungsi mengatur proses pengubahan glukosa dalam darah menjadi glikogen yang disimpan dalam hati.
19. Obesitas adalah suatu kondisi tubuh memiliki kandungan lemak yang berlebih, sehingga dapat menimbulkan efek negatif pada kesehatan.
20. Karies gigi atau gigi berlubang, merupakan kerusakan gigi akibat infeksi bakteri yang merusak lapisan gigi sehingga merusak struktur gigi.
21. Mag (gastritis) merupakan penyakit yang menyebabkan terjadinya peradangan atau iritasi pada lapisan lambung.
22. Hepatitis merupakan penyakit peradangan pada hati yang dapat disebabkan oleh virus hepatitis, bakteri, jamur, Protozoa, racun seperti alkohol, dan penggunaan obat secara terus menerus, seperti parasetamol.

Bagan Konsep

Sistem Pencernaan Manusia

mempelajari

- Nutrisi
  - dapat berupa
    - Karbohidrat
    - Lemak
    - Protein
    - Vitamin
    - Mineral
    - Air
- Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan Manusia
  - terdiri atas
    - Organ Pencernaan Utama
      - terdiri atas
        - Mulut
        - Kerongkongan (Esofagus)
        - Lambung
        - Usus Halus
        - Usus Besar
        - Rektum
        - Anus
    - Organ Pencernaan Tambahan
      - terdiri atas
        - Hati
        - Kantung empedu
        - Pankreas
    - Enzim-enzim Pencernaan
- Gangguan pada Sistem Pencernaan Manusia
  - misalnya
    - Obesitas
    - Karies Gigi
    - Maag (Gastritis)
    - Hepatitis
    - Diare
    - Konstipasi
    - Kekurangan Vitamin
    - Kekurangan Mineral
- Upaya Menjaga Sistem Pencernaan Manusia

Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bahan makanan yang dikonsumsi setiap hari harus mengandung sejumlah besar bahan ....
   A. vitamin dan air
   B. air dan mineral
   C. protein dan mineral
   D. karbohidrat dan protein
2. Ketika melakukan uji makanan dengan Biuret, tampak muncul warna ungu pada bahan makanan. Hal ini menunjukkan ....
   A. makanan mengandung lemak
   B. makanan mengandung protein
   C. makanan mengandung cukup air
   D. makanan tidak mengandung karbohidrat
3. Ketika Siti membeli makanan di warung, penjualnya membungkus dengan menggunakan kertas, ternyata pada kertas tampak noda yang membuat kertas jadi terlihat transparan. Hal ini dapat terjadi karena ....
   A. karbohidrat dari makanan bereaksi dengan kertas
   B. lemak dalam makanan tersebut mengubah sifat kertas
   C. kertas tidak cocok untuk pembungkus makanan berprotein tinggi
   D. makanan tersebut sudah kedaluwarsa karena mengubah sifat kertas
4. Seseorang yang hanya mengonsumsi nasi saja dalam menu makanannya menjadi tidak sehat, karena ....
   A. dalam jumlah banyak, nasi akan merusak sistem pencernaan
   B. nasi tidak mengandung cukup protein dan lemak untuk tubuh
   C. nasi termasuk bahan yang tidak dapat dicerna dengan sempurna
   D. nasi tidak mengandung cukup karbohidrat untuk aktivitas normal tubuh

5. Pada saat masa pertumbuhan sebaiknya seorang anak mendapat asupan bahan makanan yang banyak mengandung ....
   A. lemak
   B. protein
   C. mineral
   D. karbohidrat
6. Saat berpuasa kadar gula dalam darah menjadi rendah. Makanan yang paling cocok untuk segera memulihkan kondisi tubuh adalah ....
   A. daging
   B. putih telur
   C. air gula
   D. kuning telur
7. Sistem pencernaan yang melakukan gerak peristaltik pertama adalah ...
   A. usus
   B. mulut
   C. lambung
   D. kerongkongan
8. Organ pencernaan yang bersifat sangat asam, bertugas untuk membunuh bakteri dan mencerna protein adalah ....
   A. mulut
   B. lambung
   C. usus halus
   D. usus besar
9. Pencernaan pada tubuh manusia meliputi pencernaan ....
   A. biologis dan kimiawi
   B. mekanis dan kimiawi
   C. mekanis dan biologis
   D. kimiawi dan enzimatis
10. Proses pemecahan karbohidrat dalam tubuhmu terjadi pada ....
   A. mulut dan lambung
   B. mulut dan usus halus
   C. lambung dan usus halus
   D. usus halus dan usus besar

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Suatu bahan makanan ketika diuji dengan Biuret memunculkan warna ungu, ketika diuji dengan lugol tidak terjadi perubahan warna, dan ketika diuji dengan Benedict memunculkan warna merah bata. Mengandung bahan apakah makanan tersebut? Berikan contoh makanan tersebut!
2. Sebutkan urutan saluran pencernaan dari awal hingga akhir! Mengapa waktu yang diperlukan makanan untuk dicerna pada tiap organ pencernaan berbeda-beda? Jelaskan!
3. Makanan yang dikonsumsi seseorang dapat mengandung bakteri. Untuk mencegah berkembangnya bakteri tersebut, organ apakah yang dapat membunuh bakteri tersebut? Bagaimana cara kerja organ tersebut?
4. Apabila seseorang makan daging ayam, organ apakah yang paling berperan untuk mencerna bahan makanan tersebut secara kimiawi?
5. Apa yang akan terjadi pada proses pencernaan makanan, jika pankreas tidak dapat berfungsi untuk menghasilkan enzim-enzimnya ke dalam usus halus?

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Menguji Kerja Obat Antasida dalam Menetralisir Asam Lambung

- **Permasalahan**

Lambung menghasilkan asam lambung (HCl) atau bersifat asam. Penderita mag dianjurkan mengonsumsi obat yang mengandung antasida. Antasida bersifat basa, sehingga dapat menetralisir asam lambung. Lakukan kegiatan yang membuktikan, bahwa obat yang mengandung antasida dapat menetralisir asam lambung.

- **Perencanaan**

1. Rencanakan sebuah percobaan dengan menggunakan beberapa sumber larutan yang bersifat asam. Kamu dapat menentukan sumber larutan asam dan obat mag yang mengandung antasida dengan 3-5 orang teman sekelasmu.
2. Gunakan indikator untuk menguji larutan asam dan basa yang mudah kamu dapatkan. Bila kamu mengalami kesulitan, tanyakan pada gurumu!
3. Buatlah daftar alat dan bahan yang akan kamu gunakan dalam percobaanmu, agar mempermudah kamu ketika melakukan percobaan.

- **Pelaksanaan**

1. Persiapkan semua alat dan bahan yang akan kamu gunakan untuk melakukan percobaan.
2. Lakukan pengamatan dengan cermat.
3. Buatlah tabel untuk menuliskan hasil pengamatanmu.

- **Penilaian**

1. Buat laporan dengan sistematika berikut.
   a. Alat dan bahan
   b. Cara kerja dan data hasil percobaan (dapat dilengkapi dengan foto)
   c. Simpulan
2. Presentasikan hasil percobaanmu pada diskusi kelas bersama dengan gurumu!

5 Zat Aditif dan Zat Adiktif

Sumber: Dok. Kemdikbud

Ketika pulang sekolah, apakah kamu sering bertemu dengan penjual makanan atau minuman? Bagaimana pendapatmu tentang tampilan dan rasa makanan serta minuman tersebut? Agar memiliki warna yang menarik dan memiliki rasa yang lezat, penjual biasanya menambahkan zat tertentu dalam makanan dan minuman. Pada bab ini kamu akan mempelajari zat-zat yang ditambahkan pada makanan dan minuman serta zat-zat lain yang dapat menyebabkan seseorang menjadi ketagihan. Agar kamu dapat mengetahuinya lebih mendalam, ayo pelajari dengan penuh semangat!

Tuhan telah menganugerahkan nikmat yang berlimpah kepada manusia. Rahmat-Nya tersebar luas di seluruh alam semesta ini. Tuhan telah memberimu makanan, minuman, kesehatan jasmani dan rohani, sehingga kamu mampu melakukan aktivitas sehari-hari. Pernahkah kamu menyadari bahwa kesehatan tubuhmu juga ditentukan oleh makanan dan minuman yang kamu konsumsi? Tuhan memerintahkan kepada kita untuk mengonsumsi makanan dan minuman yang sehat dan tidak bertentangan dengan aturan agama, agar kita terhindar dari berbagai penyakit. Makanan yang baik dapat ditinjau dari cara mendapatkannya, kandungan gizi, dan dampaknya terhadap tubuh. Makanan dan minuman yang diperoleh dari cara yang salah, nantinya juga akan berdampak buruk bagi tubuh kita. Begitu juga makanan dan minuman yang mengandung zat berbahaya, misalnya zat tambahan seperti pewarna, perasa, pemanis buatan tertentu, bila dimakan secara berlebihan dapat berdampak buruk pada tubuh kita.

Perhatikan Gambar 5.1, bagaimana pendapatmu tentang makanan dan minuman tersebut yang berwarna-warni tersebut? Apakah makanan dan minuman tersebut nampak menarik? Apakah makanan dan minuman tersebut tergolong sehat?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.1 Makanan dan Minuman Merupakan Anugerah Tuhan

Ketika memilih makanan, seseorang akan mudah tertarik karena rasanya yang enak, warna yang menarik, aroma yang menggugah selera, atau kemasannya yang menawan. Agar memenuhi tujuan tersebut, pembuat makanan menambahkan zat-zat tertentu. Zat-zat tersebut disebut **zat aditif**. Bagaimana caramu memilih makanan dan minuman yang sehat dan menarik? Misalnya minuman pada Gambar 5.1, manakah yang kamu pilih? Berikan alasanmu! Penambahan zat-zat tertentu ke dalam makanan ada yang menguntungkan, tetapi ada juga yang merugikan atau membahayakan. Oleh sebab itu, ketika

memilih makanan dan minuman, harus memerhatikan zat tambahan yang terkandung di dalamnya.

Selain zat pewarna, pemanis, dan penyedap khususnya dalam makanan dan minuman, ada pula zat-zat dalam makanan dan minuman yang harus dihindari, misalnya alkohol. Zat-zat yang dapat menyebabkan orang menjadi ketagihan disebut **zat adiktif**. Kamu tertarik untuk mempelajari lebih lanjut tentang zat aditif dan zat adiktif bukan? Oleh karena itu, ayo pelajari bab ini dengan penuh semangat!

A. Zat Aditif

Ayo, Kita Pelajari

- Jenis-jenis zat aditif
- Dampak penggunaan zat aditif bagi kesehatan

Istilah Penting

- Zat aditif
- Pewarna
- Pemanis
- Pengawet
- Penyedap
- Pengental
- Mikroorganisme

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami bahan makanan apa saja yang aman dan tidak aman jika dikonsumsi.

Tahukah kamu apakah zat aditif itu? Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan dengan sengaja ke dalam makanan atau minuman dalam jumlah kecil saat pembuatan makanan. Penambahan zat aditif bertujuan untuk memperbaiki penampilan, cita rasa, tekstur, aroma, dan untuk memperpanjang daya simpan. Selain itu, penambahan zat aditif juga dapat meningkatkan nilai gizi makanan dan minuman seperti penambahan protein, mineral, dan vitamin.

Ayo, Kita Pikirkan!

Apakah makanan dan minuman yang dijual di sekolah atau di lingkungan sekolahmu mengandung zat aditif? Mengapa kamu menduga seperti itu?

Berdasarkan fungsinya, zat aditif pada makanan dan minuman dapat dikelompokkan menjadi pewarna, pemanis, pengawet, penyedap, pemberi aroma, pengental, dan pengemulsi. Berdasarkan asalnya, zat aditif pada makanan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu zat aditif alami dan zat aditif buatan. Tahukah kamu perbedaan zat aditif alami dan zat aditif buatan? Zat aditif alami adalah zat aditif yang bahan bakunya berasal dari makhluk hidup, misalnya zat pewarna dari tumbuhan, penyedap dari daging hewan, zat pengental dari alga, dan sebagainya. Zat-zat alami ini pada umumnya tidak menimbulkan efek samping yang membahayakan kesehatan manusia. Sebaliknya, zat aditif buatan bila digunakan melebihi jumlah yang diperbolehkan, dapat membahayakan kesehatan. Zat aditif buatan diperoleh melalui proses reaksi kimia yang bahan baku pembuatannya berasal dari bahan-bahan kimia. Misalnya, bahan pengawet dari asam benzoat, pemanis buatan dari sakarin, pewarna dari tartrazine, dan lainnya. Zat aditif buatan harus digunakan sesuai dengan jumlah yang diperbolehkan dan sesuai fungsinya. Penyalahgunaan pewarna buatan seperti bahan pewarna tekstil yang digunakan sebagai pewarna makanan sangat berbahaya untuk kesehatan.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.1 Mengidentifikasi Berbagai Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman

Apa yang kamu perlukan?

1. Berbagai jenis makanan dalam kemasan
2. Berbagai jenis minuman dalam kemasan

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bawalah minimal 5 jenis makanan dan minuman dalam kemasan.
2. Bacalah komposisi bahan makanan dan minuman yang tertera pada kemasan tersebut!
3. Tuliskan pada Tabel 5.1 apa saja zat aditif yang ada pada produk-produk tersebut?
4. Tentukan tiap-tiap jenis bahan tersebut termasuk bahan aditif alami atau buatan!

Tabel 5.1 Hasil Identifikasi Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman Kemasan

No	Makanan atau Minuman	Jenis Zat Aditif				
		Pewarna	Pemanis	Pengawet	Penyedap	Aditif Lain
1	Minuman serbuk instan	Pewarna kuning FCF Cl 15985	Natrium siklamat, aspartam, gula	-	Perisa identik alami	Asam sitrat, trikalsium fosfat
2	Mi instan					
3	dst					

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan data tersebut, kelompokkan zat aditif alami dan buatan yang terdapat dalam makanan atau minuman yang kamu teliti.

1. Pewarna

Pewarna adalah bahan yang ditambahkan pada makanan atau minuman dengan tujuan untuk memperbaiki atau memberi warna pada makanan atau minuman agar menarik. Perhatikan Gambar 5.2! Zat pewarna apakah yang digunakan pada makanan tersebut? Secara alami masyarakat dapat memperoleh warna hijau dari suji dan pandan atau warna merah dari stroberi. Menurut kamu apakah warna makanan pada Gambar 5.2 dari bahan alami?

Pada saat ini masyarakat dapat menggunakan pewarna buatan yang mudah dibeli di pasaran. Pewarna alami pada umumnya aman untuk kesehatan, sedangkan bahan pewarna buatan yang pemakaiannya disalahgunakan dapat membahayakan kesehatan. Bagaimana kita mengetahui makanan atau minuman yang mengandung pewarna yang aman dan pewarna yang tidak aman bagi tubuh? Coba lakukan Aktivitas 5.2 untuk mengetahuinya!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.2 Berbagai Jenis Kue yang Menggunakan Pewarna

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.2 Menyelidiki Pewarna Alami dan Buatan pada Makanan atau Minuman

Apa yang kamu perlukan?

1. Bahan makanan berwarna yang akan diuji (saus, cincau, cendol, dan jajanan berwarna lain) sekitar 50 gram
2. Air 50 mL
3. Mortar dan alu (*pestle*)
4. Pipet
5. Benang wol putih atau benang katun
6. Kaki tiga
7. Kawat kassa
8. Pemanas bunsen/lampu spiritus
9. Gelas kimia
10. Sabun cuci

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Sediakan gelas kimia sesuai dengan jumlah bahan yang kamu akan uji.
2. Pada masing-masing gelas kimia tersebut masukkan sekitar 5 gram bahan makanan yang akan diuji dengan 10 mL air. Jika bahan itu tidak mudah bercampur haluskan terlebih dahulu dengan mortar sebelum dimasukkan dalam gelas.
3. Celupkan beberapa potongan benang wol ke dalam masing-masing gelas kimia.
4. Panaskan masing-masing gelas kimia dengan pemanas bunsen/ lampu spiritus sampai campuran dalam gelas kimia tersebut mendidih. Bila telah mendidih, angkat gelas kimia tersebut dari api.

Perhatikan! Pastikan kaki tiga, kawat kassa, dan gelas kimia tersusun dengan benar. Berhati-hatilah saat menyalakan Bunsen/lampu spiritus. Gunakan sarung tangan tahan panas untuk mengangkat gelas kimia yang telah dipanaskan.

5. Biarkan campuran dalam gelas kimia sampai benar-benar dingin.
6. Ambil benang wol yang telah dicelupkan pada larutan bahan makanan, amati dan catat warnanya. Kemudian, cucilah benang wol tersebut dengan sabun cuci.
7. Bandingkan hasil pengamatan sebelum benang dicuci dan setelah dicuci. Kemudian tuliskan datanya dalam tabel dengan memberi tanda centang (√) sesuai dengan hasil pengamatan. Pewarna makanan alami pada umumnya akan hilang dari benang wol setelah benang dicuci.

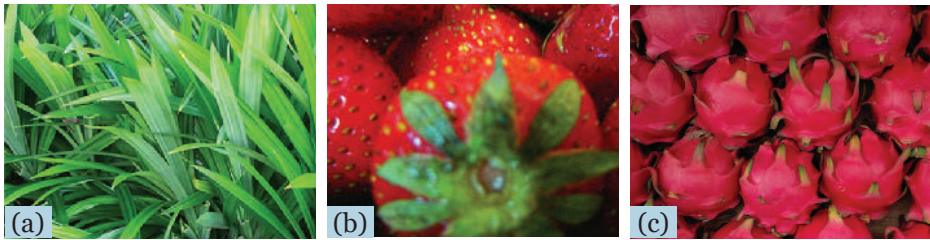
Tabel 5.2 Hasil Percobaan Menyelidiki Pewarna Alami dan Buatan pada Makanan atau Minuman

No	Jenis Bahan	Warna Benang Wol Sebelum Dicuci	Warna Benang Wol Setelah Dicuci	
			Warna Hilang	Warna Tidak Hilang

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan data hasil percobaan, buatlah kesimpulan yang menyatakan jenis-jenis bahan makanan yang menggunakan pewarna alami dan buatan!

a. Pewarna Alami

Pewarna alami adalah pewarna yang dapat diperoleh dari alam, misalnya dari tumbuhan dan hewan. Banyak bahan-bahan di sekitarmu yang dapat dipakai sebagai pewarna alami. Daun suji dan daun pandan dipakai sebagai pewarna hijau pada makanan. Selain memberi warna hijau, daun pandan juga memberi aroma harum pada makanan. Selain daun suji dan daun pandan, stroberi, dan buah naga merah juga sering digunakan untuk memberikan warna merah pada makanan.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.3 Pewarna Alami, (a) Daun Pandan, (b) Buah Stroberi, (c) Buah Naga

Pewarna alami mempunyai keunggulan, yaitu lebih sehat dan tidak menyebabkan efek samping apabila dikonsumsi dibandingkan pewarna buatan. Namun, pewarna makanan alami memiliki beberapa kelemahan, yaitu cenderung memberikan rasa dan aroma khas yang tidak diinginkan, warnanya mudah rusak karena pemanasan, warnanya kurang kuat (pucat), dan jenisnya terbatas.

Tabel 5.3 Jenis-jenis Pewarna Alami

No	Warna	Bahan
1	Ungu	Buah murbei, buah anggur
2	Kuning	Kunyit
3	Oranye	Wortel
4	Hijau	Daun suji, daun pandan
5	Cokelat	Kakao
6	Merah	Buah naga, stroberi
7	Hitam	Arang (tidak dianjurkan)

b. Pewarna Buatan

Pewarna buatan diperoleh melalui proses reaksi (sintesis) kimia menggunakan bahan yang berasal dari zat kimia sintetis. Pewarna pada umumnya mempunyai struktur kimia yang mirip seperti struktur kimia pewarna alami, misalnya apokaroten yang mempunyai warna oranye mirip dengan warna wortel. Beberapa bahan pewarna sintetis dapat menggantikan pewarna alami. Pewarna sintetis ada yang dibuat khusus untuk makanan dan ada pula untuk industri tekstil dan cat.

Tabel 5.4 Jenis-jenis Pewarna Buatan yang Dapat Digunakan dalam Makanan atau Minuman

No	Warna	Nama Bahan Kimia
1	Biru	*Brilliant Blue FCF*
2	Kuning	*Tartrazine*
3	Oranye	*Sunset Yellow FCF*
4	Hijau	*Fast Green FCF*
5	Merah	*Allura Red AC*

Saat ini, sebagian besar orang lebih senang menggunakan pewarna buatan untuk membuat aneka makanan dan minuman yang berwarna. Bahan pewarna buatan dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibanding pewarna alami, yaitu harganya murah, praktis dalam penggunaan, warnanya lebih kuat, jenisnya lebih banyak, dan warnanya tidak rusak karena pemanasan. Penggunaan bahan pewarna buatan untuk makanan dan minuman harus melalui pengujian yang ketat untuk kesehatan konsumen. Pewarna yang telah melalui pengujian keamanan dan yang diizinkan pemakaiannya untuk makanan dan minuman dinamakan *permitted colour* atau *certified colour*. Gambar 5.4 merupakan contoh pewarna makanan dalam kemasan yang telah diizinkan pemakaiannya.

Ayo, Kita Cari Tahu

Pewarna buatan memiliki kode tertentu. Sebagai contohnya, pewarna makanan dan minuman memiliki kode yang berbeda dengan pewarna yang digunakan dalam industri tekstil. Coba carilah kode dari berbagai zat pewarna untuk makanan dan zat pewarna untuk berbagai industri misalnya, industri tekstil dan industri cat. Kemudian, carilah kemasan makanan atau minuman, setelah itu periksalah apakah zat warna yang digunakan pada makanan atau minuman tersebut aman dikonsumsi?

Allura Red AC

Fast Green FCF

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.4 Pewarna Makanan Buatan yang Telah Diizinkan Pemakaiannya

Pewarna buatan, sudah digunakan secara luas oleh masyarakat sebagai bahan pewarna dalam produk makanan dan minuman. Namun, sebagian masyarakat masih menggunakan bahan pewarna buatan yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Contoh penggunaan pewarna buatan yang tidak sesuai peruntukannya adalah penggunaan pewarna tekstil untuk makanan yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Pewarna tekstil dan pewarna cat tidak boleh digunakan sebagai pewarna makanan dan minuman karena pewarna tekstil dan cat biasanya mengandung logam-logam berat, seperti antimoni (Sb), arsenik (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kromium (Cr), raksa (Pb), mercuri (Hg), dan selenium (Se) yang bersifat racun bagi tubuh.

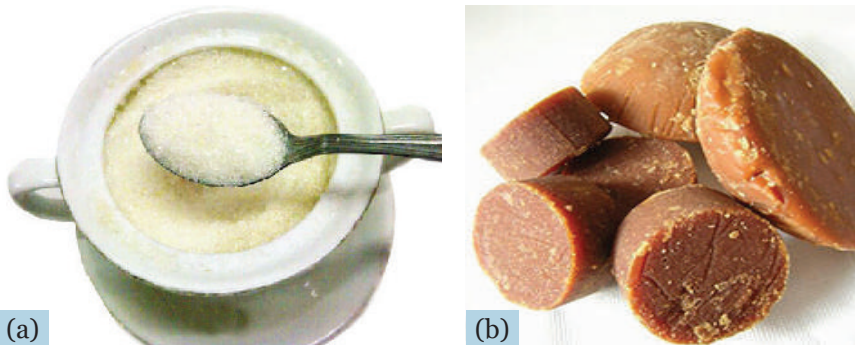
Tabel 5.5 Jenis-jenis Pewarna Buatan yang Dilarang Digunakan dalam Makanan atau Minuman

No	Warna	Nama Bahan Kimia
1	Biru	*Indanthrene Blue RS*
2	Kuning	*Fast Yellow AB, Oil Yellow OB, Auramine, Metanil Yellow*
3	Oranye	*Orange RN, Orange GGN, Chrysodine*
4	Hijau	*Guinea Green B*
5	Cokelat	*Chocolate Brown FB*
6	Merah	*Fast Red E, Ponceau SX, Rhodamine B*
7	Hitam	*Black 7984*

2. Pemanis

Pemanis merupakan bahan yang ditambahkan pada makanan atau minuman sehingga dapat menyebabkan rasa manis pada makanan atau minuman. Bahan pemanis ada dua jenis, yaitu pemanis alami dan pemanis buatan.

a. Pemanis Alami

Pemanis alami yang umum digunakan untuk membuat rasa manis pada makanan dan minuman adalah gula pasir (sukrosa), gula kelapa, gula aren, gula lontar, dan gula bit. Gula tersebut digunakan sebagai pemanis pada makanan dan minuman sesuai dengan keperluan. Penggunaan pemanis alami juga perlu mengikuti takaran tertentu. Gula apakah yang sering kamu gunakan untuk membuat teh atau kopi di rumah?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.5 Pemanis Alami, (a) Gula Pasir, (b) Gula Kelapa

Ayo, Kita Cari Tahu

Tahukah kamu bahwa gula pasir dibuat dari tebu melalui proses penggilingan? Di Indonesia pembuatan gula pasir umumnya dilakukan di pabrik gula melalui proses penggilingan. Selain gula pasir, di masyarakat Indonesia juga sering menggunakan gula aren atau gula lontar. Samakah cara membuatnya dengan gula pasir? Tahukah kamu bagaimana proses pembuatannya? Carilah informasi bagaimana cara membuat gula kelapa atau gula lontar!

b. Pemanis Buatan

Pemanis buatan mempunyai rasa manis hampir sama atau lebih manis dibandingkan dengan pemanis alami. Pemanis buatan dibuat melalui reaksi kimia tertentu sehingga dapat dihasilkan senyawa yang mempunyai rasa manis. Pemanis buatan dibuat dengan tujuan sebagai pengganti gula alami. Beberapa contoh pemanis buatan adalah siklamat, aspartam, kalium asesulfam, dan sakarin. Pemanis-pemanis ini mempunyai tingkat kemanisan lebih besar dibandingkan dengan gula pasir (lihat Tabel 5.6). Pemanis buatan dapat digunakan untuk menggantikan pemanis alami bagi orang-orang yang tidak diperbolehkan mengonsumsi pemanis alami, seperti penderita kencing manis (*diabetes mellitus*). Selain itu, pemanis buatan tidak menghasilkan kalori dalam tubuh, sehingga sering digunakan oleh orang yang diet.

Tabel 5.6 Perbandingan Tingkat Kemanisan Pemanis Buatan

No	Nama Pemanis	Tingkat Kemanisan Dibandingkan Gula Pasir (Sukrosa)	Asupan Maksimal/Kg Berat Badan
1	Gula pasir (sukrosa)	1	30 - 60 mg
2	Siklamat	30-50	11 mg
3	Aspartam	160 - 200	40 - 50 mg
4	Kalium asesulfam	200	15 mg
5	Sakarin	200 - 500	5 mg

Penggunaan pemanis buatan yang berlebihan dan tidak sesuai dengan jumlah yang diperbolehkan dapat membahayakan kesehatan. Oleh sebab itu, bila menggunakan pemanis buatan periksalah aturan pemakaiannya.

Ayo, Kita Cari Tahu

Pernahkah kamu menikmati makanan atau minuman yang menggunakan pemanis buatan? Bagaimanakah perbedaan rasanya dengan pemanis alami?

3. Pengawet

Perhatikan kondisi kedua makanan pada Gambar 5.6! Menurut pendapatmu, makanan mana yang masih layak dikonsumsi? Setiap bahan makanan memiliki jangka waktu tertentu untuk menjadi rusak.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.6 (a) Roti Tawar, (b) Roti Tawar yang Sudah Berjamur

Roti pada Gambar 5.6(b) tidak layak dikonsumsi karena sudah ditumbuhi jamur. Agar bahan makanan tidak cepat rusak karena tumbuhnya jamur, bakteri atau mikroorganisme lain, makanan dapat ditambahkan bahan pengawet dalam jumlah tertentu.

Pengawet adalah zat aditif yang ditambahkan pada makanan atau minuman yang berfungsi untuk menghambat kerusakan makanan atau minuman. Kerusakan makanan dapat disebabkan oleh adanya mikroorganisme yang tumbuh pada makanan dan minuman. Bahan pengawet mencegah tumbuhnya mikroorganisme sehingga reaksi kimia yang disebabkan oleh mikroorganisme tersebut dapat dicegah, misalnya fermentasi pada makanan dan minuman tersebut. Reaksi-reaksi kimia lain juga dapat dicegah oleh adanya pengawet antara lain pengasaman, oksidasi, pencokelatan (*browning*), dan reaksi enzimatis lainnya. Contoh bahan pengawet dan penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Bahan Pengawet dan Penggunaannya

Nama Bahan Pengawet	Penggunaan
Asam benzoat, natrium benzoat, dan kalium benzoat	Mengawetkan makanan dan minuman ringan, kecap, dan saus
Asam askorbat	Mengawetkan daging olahan, kaldu, dan buah dalam kaleng
Natrium nitrat ($NaNO_3$)	Mengawetkan daging olahan dan keju
Asam propionat	Mengawetkan roti dan keju olahan
Butil hidroksianisol (BHA)	Menghambat oksidasi pada lemak dan minyak
Butil hidroksitoluen (BHT)	Menghambat oksidasi pada lemak, minyak, margarin, dan mentega

Pengawetan bahan makanan atau minuman dengan memberikan zat aditif seperti pada Tabel 5.7 merupakan cara pengawetan secara kimia. Cara lain mengawetkan makanan adalah dengan cara pengasinan atau pemanisan. Misalnya ikan asin, manisan buah, atau daging panggang dapat awet secara alami. Metode pengawetan lain adalah dengan cara fisik misalnya dengan pemanasan, pendinginan, pembekuan, pengasapan, pengeringan, dan penyinaran.

4. Penyedap

Apakah kamu pernah memasak? Bumbu apa yang kamu tambahkan pada masakan agar rasanya sedap? Penyedap makanan adalah bahan tambahan makanan yang digunakan untuk meningkatkan cita rasa makanan. Adapun bahan penyedap alami yang umum digunakan adalah garam, bawang putih, bawang merah, cengkeh, pala, merica, cabai, laos, kunyit, ketumbar, sereh, dan kayu manis. Pada makanan berkuah, kaldu dari daging dan tulang pada umumnya digunakan sebagai penyedap. Pernahkah kamu memerhatikan pada kuah bakso terdapat rebusan daging dan tulang, seperti pada Gambar 5.7. Makanan apakah yang pernah kamu makan yang mengandung kaldu?

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.7 Kuah Bakso yang Dibuat dari Kaldu Daging Sapi

Selain penyedap alami, juga terdapat penyedap buatan. Penyedap buatan yang umum digunakan pada makanan adalah vetsin yang mengandung senyawa monosodium glutamat (MSG) atau mononatrium glutamat (MNG). Senyawa ini dibuat dari fermentasi tetes tebu dengan bantuan bakteri *Micrococcus glutamicus*. Banyak ahli kesehatan berpendapat bahwa penggunaan MSG yang berlebihan dapat menimbulkan penyakit yang dikenal dengan nama Sindrom Restoran Cina (*Chinese Restaurant Syndrome*) dengan gejala pusing, mulut terasa kering, lelah, mual, atau sesak napas. Dosis maksimal penggunaan MSG yang ditetapkan oleh WHO adalah 120 mg/kg berat badan. Misalnya, berat badanmu 40 kg maka jumlah MSG maksimal yang dapat dikonsumsi sebesar 480 mg (0,48 g).

Ayo, Kita Diskusikan

Kamu sudah mengetahui bahwa penggunaan penyedap buatan secara berlebih dapat menyebabkan penyakit. Apakah yang kamu sarankan agar ketika ibu memasak tidak menggunakan MSG namun masakan tetap terasa enak? Coba temukan bahan lain pengganti MSG yang tidak berbahaya bagi kesehatan!

5. Pemberi Aroma

Pemberi aroma adalah zat yang memberikan aroma tertentu pada makanan atau minuman. Penambahan zat pemberi aroma dapat menyebabkan makanan atau minuman memiliki daya tarik tersendiri untuk dinikmati. Zat pemberi aroma dapat berasal dari bahan segar atau ekstrak dari bahan alami, di antaranya adalah ekstrak buah nanas, ekstrak buah anggur, minyak atsiri, dan vanili. Beberapa kue menggunakan murbei sebagai pemberi aroma seperti pada Gambar 5.8.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.8 Kue Pai dengan Aroma Buah Murbei

Pemberi aroma yang merupakan senyawa sintetis atau disebut dengan **essen**, misalnya amil kaproat (aroma apel), amil asetat (aroma pisang ambon), etil butirat (aroma nanas), vanilin (aroma vanili), dan metil antranilat (aroma buah anggur) disebut pemberi aroma sintetis.

6. Pengental

Pengental adalah bahan tambahan yang digunakan untuk menstabilkan, memekatkan atau mengentalkan makanan yang dicampurkan dengan air, sehingga membentuk kekentalan tertentu. Bahan pengental alami misalnya pati, gelatin, gum, agar-agar, dan alginat. Pernahkah kamu memerhatikan orang memasak sayuran capcai? Agar kuah dari capcai kental biasanya dalam memasak capcai diberikan larutan pati. Selain pada capcai, pengental biasa ditambahkan pada pembuatan permen karet yang umumnya menggunakan pengental gum.

(a)

(b)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.9 (a) Tepung Pati, (b) Kuah Capcai dengan Pengental Larutan Pati

7. Pengemulsi

Pengemulsi adalah bahan tambahan yang dapat mempertahankan penyebaran (dispersi) lemak dalam air dan sebaliknya. Minyak dan air tidak saling bercampur, namun bila ditambahkan sabun, kemudian diaduk keduanya dapat dicampur. Sabun dalam contoh tersebut disebut sebagai zat pengemulsi. Contoh zat pengemulsi makanan adalah lesitin yang terkandung dalam kuning telur maupun dalam kedelai. Lesitin banyak digunakan dalam pembuatan mayones dan mentega. Apabila tidak ditambahkan zat pengemulsi, lemak dan air pada mayones dan mentega akan terpisah.

(a)

(b)

Sumber: (a) broscience.org, (b) Dok. Kemdikbud

Gambar 5.10 (a) Mayones, (b) Mentega

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.3 Menyelidiki Dampak Negatif Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman bagi Kesehatan

Apa yang kamu perlukan?

1. Berbagai jenis bungkus/pengemas makanan yang terdapat keterangan tentang komposisi kandungan bahan bakunya
2. Berbagai jenis bungkus/pengemas minuman yang terdapat keterangan tentang komposisi kandungan bahan bakunya

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Kumpulkan sebanyak mungkin bekas bungkus/pengemas makanan dan minuman yang terdapat keterangan komposisi kandungan bahan bakunya!

2. Bacalah komposisi bahan makanan dan minuman yang tertera pada kemasan tersebut!
3. Tuliskan pada Tabel 5.8 jenis zat aditif apakah yang ada pada produk-produk tersebut?
4. Carilah informasi mengenai dampak penggunaan zat aditif tersebut jika dikonsumsi secara berlebihan!
5. Coba ajukan suatu upaya pencegahan terhadap dampak negatif penggunaan zat aditif.

Tabel 5.8 Hasil Identifikasi Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman

No	Kegunaan Zat Aditif	Nama Zat Aditif	Dampak Negatif	Pencegahan
1	Penguat rasa			
2	Pemanis			
3	Pengawet			
4	Pewarna			
5	Pengental			
6	Antioksidan			
7	Pemutih			
8	Pengatur Keasaman			
9	Zat gizi			
10	Anti gumpal			

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan data hasil penyelidikan makanan dan minuman yang telah kamu lakukan, buatlah kesimpulan yang menyatakan dampak zat aditif dalam makanan dan minuman bagi kesehatan tubuh manusia!

B. Zat Adiktif

Ayo, Kita Pelajari

- Jeniz-jenis zat adiktif
- Cara kerja zat adiktif
- Dampak penggunaan zat adiktif

Istilah Penting

- Zat adiktif
- Narkotika
- Psikotropika
- Stimulan
- Halusinogen
- Depresan

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami berbagai zat adiktif serta dampaknya bagi kesehatan, sehingga kamu dapat menghindari penyalahgunaan zat adiktif.

Pada bagian sebelumnya kamu telah belajar banyak tentang zat aditif, yaitu bahan yang ditambahkan dengan sengaja ke dalam makanan atau minuman. Pada bagian ini kamu akan belajar tentang zat adiktif. Tahukah kamu apakah zat adiktif itu? Zat adiktif adalah zat-zat yang apabila dikonsumsi dapat menyebabkan ketergantungan (adiksi) atau ingin menggunakannya secara terus menerus (ketagihan). Zat adiktif alami yang biasa dikonsumsi adalah kafein yang ada dalam kopi, dan theine yang ada di dalam teh. Setelah minum kopi, biasanya orang akan merasa lebih segar disebabkan oleh kerja kafein. Pernahkah kamu mendengar bahwa orang yang terbiasa minum kopi, kemudian tidak minum kopi akan merasa pusing? Gejala itu menunjukkan seseorang mengalami ketergantungan. Selain kafein masih banyak zat adiktif lainnya. Zat adiktif dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu (1) narkotika, (2) psikotropika, dan (3) zat psiko-aktif lainnya.

1. Jenis-jenis Zat Adiktif

a. Narkotika

Narkotika merupakan zat berbahaya yang tidak boleh digunakan tanpa pengawasan dokter. Penggunaan narkotika tanpa pengawasan dokter adalah melanggar hukum. Narkotika adalah zat atau obat yang berasal dari tanaman yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, menghilangkan atau mengurangi rasa nyeri, dan menyebabkan ketergantungan bagi penggunanya.

Narkotika dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan berdasarkan potensi dalam menyebabkan ketergantungan. Narkotika golongan I, sangat berbahaya karena berpotensi sangat tinggi menyebabkan ketergantungan. Narkotika ini tidak digunakan dalam pengobatan. Misalnya, heroin/putaw, kokain, dan ganja. Narkotika golongan II, berpotensi tinggi dalam menyebabkan ketergantungan dan dapat digunakan sebagai pilihan terakhir dalam pengobatan. Misalnya, morfin, petidin, dan metadon. Gambar 5.11 menunjukkan kemasan morfin dan metadon yang digunakan dalam medis. Barang ini tidak boleh dibeli dan digunakan tanpa resep dan pengawasan dokter.

Sumber: (a) www.theoakstreatment.com, (b) www.telegraph.co.uk

Gambar 5.11 (a) Morfin, (b) Metadon dalam Kemasan serta Struktur Kimianya

Narkotika golongan III, berpotensi ringan dalam menyebabkan ketergantungan dan banyak digunakan dalam pengobatan. Misalnya, kodein. Penggunaan narkotika sangat berbahaya bagi kesehatan sehingga penyalahgunaan narkotika dapat merusak masa depan generasi muda. Hindarilah dan jauhi zat-zat yang terkait dengan narkotika!

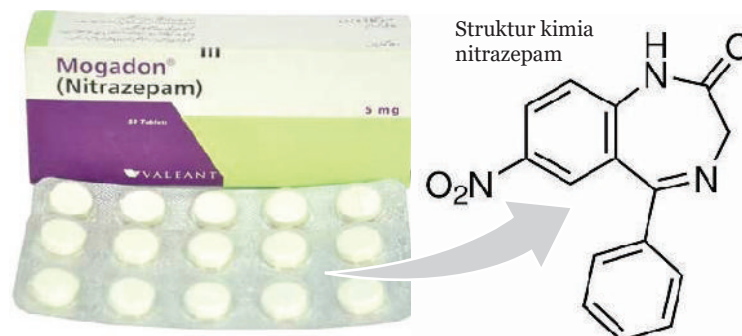
Tahukah Kamu?

Barang siapa dengan tanpa hak dan melawan hukum menggunakan narkotika golongan I bagi diri sendiri, dipidana penjara paling lama 4 tahun, golongan II 2 tahun, dan golongan III 1 tahun (UU Narkotika Pasal 85). Barang siapa dengan tanpa hak dan melawan hukum menggunakan narkotika terhadap orang lain atau memberikan narkotika golongan I untuk digunakan orang lain, dipidana penjara paling lama 15 tahun dan denda paling banyak 750 juta rupiah; golongan II 10 tahun penjara dan denda 500 juta

rupiah; golongan III 5 tahun penjara dan denda 250 juta rupiah (UU Narkotika Pasal 84).

b. Psikotropika

Narkotika dapat menyebabkan seseorang kehilangan kesadaran dan ketergantungan. Zat lain yang juga berbahaya adalah psikotropika. Zat ini merupakan obat yang berkhasiat psiko-aktif yang memengaruhi mental dan perilaku seseorang. Misalnya orang yang sulit tidur, bila meminum obat tidur (golongan psikotropika) dapat menyebabkan tidur nyenyak. Oleh sebab itu penggunaan psikotropika harus sesuai dengan resep dokter!

Psikotropika dapat dikelompokkan menjadi empat golongan berdasarkan potensi dalam menyebabkan ketergantungan. Psikotropika golongan I, berpotensi sangat kuat menyebabkan ketergantungan dan tidak digunakan sebagai obat. Misalnya, ekstasi/MDMA (metil dioksi metamfetamin), LSD (*Lysergic acid diethylamide*), dan STP/DOM (*dimetoksi alpha dimetilpenetilamina*). Psikotropika golongan II, berpotensi kuat menyebabkan ketergantungan dan sangat terbatas digunakan sebagai obat. Misalnya amfetamin, metamfetamin, fenisiklidin, dan ritalin. Psikotropika golongan III, berpotensi sedang menyebabkan ketergantungan dan banyak digunakan sebagai obat. Misalnya pentobarbital dan flunitrazepam. Psikotropika golongan IV, berpotensi ringan dalam menyebabkan ketergantungan dan sangat luas digunakan sebagai obat. Misalnya diazepam, klobazam, fenobarbital, barbital, klorazepam, dan nitrazepam seperti pada Gambar 5.12 yang digunakan sebagai obat tidur.

Sumber: www.improvehealthcare.org

Gambar 5.12 Nitrazepam dalam Bentuk Tablet dan Struktur Kimianya

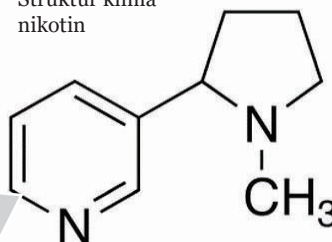
Tahukah Kamu?

Barang siapa tanpa hak dan melawan hukum menggunakan psikotropika golongan I di luar ketentuan hukum dapat dipidana 4-15 tahun penjara dan denda 15-750 juta rupiah (UU Psikotropika pasal 59)

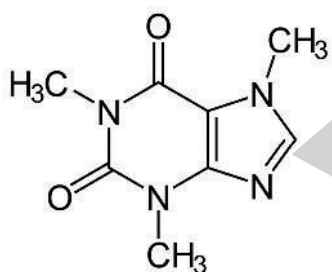
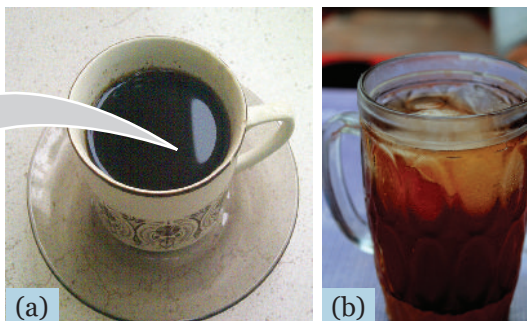
c. Zat Psiko-Aktif Lainnya

Selain narkotika dan psikotropika terdapat zat atau obat lain yang berpengaruh terhadap kerja sistem saraf pusat jika disalahgunakan atau dikonsumsi dalam jumlah besar dan dapat menimbulkan dampak yang berbahaya bagi kesehatan tubuh. Beberapa contoh zat psiko-aktif selain narkotika dan psikotropika misalnya alkohol, nikotin, dan kafein.

Jenis alkohol yang banyak digunakan yaitu etanol (C_2H_5OH). Zat ini dapat diperoleh secara alami melalui fermentasi glukosa dengan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*). Bila seseorang meminum minuman beralkohol, maka kandungan alkohol dalam darahnya akan tinggi, menyebabkan orang itu mabuk dan mengalami penurunan kesadaran. Oleh sebab itu, orang yang mabuk tidak boleh mengendarai kendaraan. Selain etanol, salah satu jenis alkohol yaitu metanol yang biasa digunakan pada industri sebagai pelarut zat tertentu. Dalam kehidupan sehari-hari metanol dikenal juga dengan nama spiritus. Zat ini sangat beracun dan bila terminum dapat memutuskan saraf mata, sehingga orang dapat menjadi buta atau bahkan meninggal dunia.

Nikotin terdapat dalam daun tembakau (Gambar 5.13). Daun tembakau ini biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan rokok. Akibatnya, orang yang merokok dapat lebih tahan kantuk atau lebih aktif. Namun demikian, merokok berbahaya bagi kesehatan karena dapat menyebabkan kanker tenggorokan dan kanker paru-paru. Coba kamu perhatikan kemasan rokok. Pada kemasan rokok, terdapat peringatan: “merokok dapat membunuhmu!”

Sumber: www.naranorthwest.org

Gambar 5.13 Daun Tembakau dan Struktur Senyawa Nikotin yang Terkandung Di dalamnya

Kafein merupakan zat yang secara alami terdapat dalam kopi. Tahukah kamu, selain ditemukan dalam kopi, kafein juga ditemukan pada teh dan dikenal dengan nama theine namun kadarnya tidak sebanyak kafein dalam kopi. Meskipun kafein merupakan zat psiko-aktif, namun tidak ada larangan dalam penggunaannya. Umumnya kopi dikonsumsi dengan tujuan agar tidak mengantuk. Hal ini disebabkan karena kafein merupakan stimulus yang mampu meningkatkan kerja otak. Mengonsumsi kopi tidak dilarang, tetapi tidak dianjurkan untuk dikonsumsi secara berlebihan.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.14 (a) Minuman Kopi, (b) Minuman Teh

Tahukah Kamu?

Zat adiktif juga dapat dikelompokkan berdasarkan pada pengaruhnya terhadap tubuh, yaitu:

- Stimulan, merupakan zat adiktif yang dapat meningkatkan aktivitas sistem saraf pusat atau fungsi organ tubuh lainnya, seperti meningkatkan detak jantung, laju pernapasan, dan tekanan darah. Stimulan akan membuat orang lebih siaga dan tidak merasakan lelah, contohnya kafein, nikotin, kokain, dan metamfetamin. Ingatlah! Kokain dan metamfetamin dilarang digunakan, barang siapa yang menggunakan di luar ketentuan hukum dapat dipidana 15 tahun penjara.
- Sedatif/hipnotika atau dikenal dengan depresan, merupakan zat adiktif yang memiliki efek berkebalikan dengan stimulan. Depresan akan menghambat aktivitas sistem saraf pusat atau fungsi organ tubuh lainnya. Depresan akan menurunkan kesadaran dan menyebabkan rasa kantuk, menurunkan tekanan darah, memperlambat detak jantung, dan membuat otot lebih rileks. Contoh depresan misalnya: asam barbiturat, alkohol, dan diazepam.
- Halusinogen, merupakan zat adiktif yang memberikan efek halusinasi atau khayal. Pengguna zat ini akan mendengar atau melihat sesuatu yang sebenarnya tidak nyata. Contoh halusinogen misalnya, LSA (*Lysergic acid amide*) dan LSD (*Lysergic acid diethylamide*). Penggunaan LSA dan LSD juga dilarang oleh hukum, oleh karena itu hindarilah zat-zat ini.

2. Dampak Penggunaan Zat Adiktif bagi Kesehatan

Banyak sekali dampak buruk yang disebabkan oleh penggunaan zat adiktif terhadap kesehatan.

a. Dampak Penggunaan Narkotika

Penggunaan heroin, morfin, opium, dan kodein dalam jangka pendek dapat menghilangkan rasa nyeri, ketegangan berkurang, rasa nyaman, diikuti perasaan seperti mimpi dan mengantuk. Penggunaan jangka panjang dapat menyebabkan ketergantungan, meninggal

karena overdosis, menyebabkan sembelit, gangguan siklus menstruasi, dan impotensi. Jika dalam penggunaannya menggunakan jarum suntik yang tidak steril, maka dapat tertular berbagai jenis penyakit berbahaya seperti hepatitis dan HIV/AIDS.

Efek jangka pendek penggunaan ganja yaitu akan timbul rasa cemas dan gembira menjadi satu, banyak bicara, tertawa terbahak-bahak, halusinasi, berubahnya perasaan waktu (lama dikira sebentar) dan ruang (jauh dikira dekat), peningkatan denyut jantung, mata merah, mulut dan tenggorokan kering. Penggunaan ganja dalam jangka panjang dapat menyebabkan daya pikir berkurang, motivasi belajar turun drastis, perhatian ke lingkungan sekitar berkurang, radang paru-paru, daya tahan tubuh menurun, dan gangguan sistem peredaran darah. Efek jangka pendek penggunaan kokain yaitu rasa percaya diri meningkat, banyak bicara, rasa lelah hilang, kebutuhan tidur berkurang, dan halusinasi penglihatan serta perabaan. Efek jangka panjang yaitu kurang gizi, anemia, kerusakan pada hidung, dan gangguan jiwa.

b. Dampak Penggunaan Psikotropika

Penggunaan ekstasi (metilen dioksi metamfetamin/MDMA) dan sabu (metamfetamin) dalam jangka pendek dapat menyebabkan terjaga (tidak tidur), rasa riang, perasaan melambung, rasa nyaman, dan meningkatkan keakraban. Namun, setelah itu akan timbul rasa tidak enak, murung, nafsu makan hilang, berkeringat, rasa haus, badan gemetar, jantung berdebar, dan tekanan darah meningkat. Dalam jangka panjang dapat menyebabkan kurang gizi, anemia, penyakit jantung, gangguan jiwa (psikotik), dan pembuluh darah di otak dapat pecah sehingga mengalami *stroke* atau gagal jantung yang mengakibatkan kematian.

Setelah menggunakan obat nipam/nitrazepam (Gambar 5.12) dalam dosis tertentu, seseorang akan merasa tenang dan otot-otot mengendur. Jika dosis penggunaannya tinggi, maka dapat menyebabkan gangguan bicara, gangguan persepsi, dan jalan sempoyongan. Jika dosis lebih tinggi lagi, akan dapat menyebabkan penghambatan pada pernapasan, koma, dan kematian.

Tahukah Kamu?

Pecandu cukup umur dan orangtua/wali pecandu belum cukup umur wajib melaporkan diri/dilaporkan keluarganya pada pejabat/lembaga yang ditunjuk pemerintah untuk mendapatkan pengobatan dan/atau perawatan (UU Narkotika Pasal 88).

c. Dampak Penggunaan Zat Psiko-Aktif Lainnya

Inhalansia dapat menyebabkan kematian mendadak akibat kekurangan oksigen atau karena ilusi, halusinasi, dan persepsi yang salah (misalnya merasa dapat terbang, sehingga orang yang mengonsumsi terjun dari tempat tinggi). Penggunaan inhalansia jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan otak, paru-paru, ginjal, dan jantung.

Alkohol yang masuk ke dalam tubuh akan masuk ke dalam pembuluh darah, menuju otak, dan menekan kerja otak. Akibat jangka pendek dari mengonsumsi alkohol yaitu mabuk, jalan sempoyongan, menyebabkan keinginan untuk merusak, dan dapat menyebabkan kecelakaan akibat mengendarai kendaraan dalam keadaan mabuk. Dalam jangka panjang alkohol dapat merusak hati, merusak kelenjar getah lambung, kerusakan sistem saraf, menyebabkan gangguan jantung, dan meningkatkan risiko kanker. Ibu hamil pecandu alkohol akan melahirkan bayi yang cacat.

Selain nikotin, dalam rokok juga terdapat sekitar 4.000 senyawa, termasuk tar dan karbon monoksida (CO) yang berbahaya bagi tubuh. Perhatikan Gambar 5.15! Senyawa-senyawa ini dapat menyebabkan kanker paru, penyempitan pembuluh darah, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, dan impotensi.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.15 Berbagai Senyawa Kimia dalam Rokok

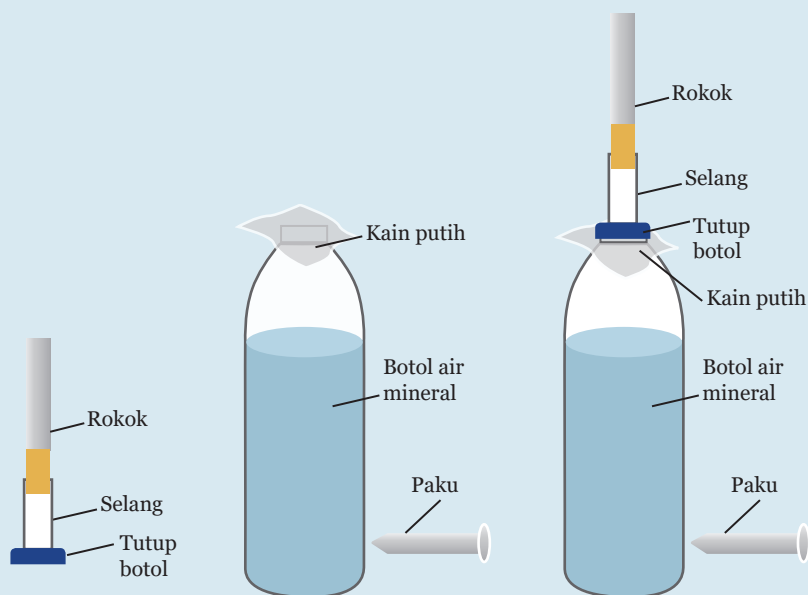
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.4 Membuat Model tentang Bahaya Rokok Bagi Kesehatan

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 batang rokok
2. 1 buah botol air mineral ukuran 1,5 liter
3. 1 Selang kecil dengan diameter ± 0, 5 cm dengan panjang 20 cm
4. Kain putih ukuran 10 × 10 cm atau kapas
5. Air
6. Gunting/*cutter*
7. Lem
8. Paku

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang.
2. Siapkan semua alat dan bahan yang diperlukan.
3. Lakukan percobaan ini di luar ruangan.
4. Lubangi tutup botol air mineral dengan gunting/*cutter*.
5. Potonglah selang sepanjang 10 cm, lalu masukkan salah satu ujungnya ke dalam tutup botol air mineral, lalu beri lem agar kuat.
6. Isilah botol air mineral dengan air hingga penuh.
7. Basahi kain dengan air, lalu letakkan pada mulut botol air mineral yang telah berisi air, kemudian tutup dengan tutup botol yang telah terpasang selang.
8. Masukkan batang rokok pada ujung selang, kemudian bakar ujung rokok tersebut.
9. Lubangilah bagian dasar botol air mineral dengan menggunakan paku, sehingga air keluar dari dalam botol.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.16 Rangkaian Percobaan Bahaya Rokok

10. Ketika air keluar dari botol, asap rokok akan terisap ke dalam botol melalui kain yang telah dibasahi.
11. Setelah air habis, amati warna selang yang tertancap pada tutup botol.

12. Lepaskan tutup botol dari botol air mineral, lalu amati warna kain yang telah menyaring asap rokok.

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Bayangkanlah selang sebagai tenggorokan dan kain sebagai alveolus pada paru-paru. Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, analisislah apa yang terjadi pada tenggorokan dan paru-paru orang yang merokok!

C. Upaya Pencegahan Diri dari Bahaya Narkoba

Ayo, Kita Pelajari

- Berbagai upaya pencegahan diri dari bahaya narkoba

Istilah Penting

- Harga diri
- Percaya diri
- *Junk food*

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami upaya untuk mencegah diri dari penyalahgunaan narkoba sehingga kamu dapat sukses meraih cita-citamu.

Pernahkah kamu mendengar istilah narkoba? Istilah narkoba banyak digunakan oleh penegak hukum dan masyarakat pada umumnya. Narkoba merupakan singkatan dari narkotika, psikotropika, dan obat terlarang, yang sebenarnya merupakan zat adiktif. Namun, tidak semua zat adiktif adalah narkoba, misalnya kafein, alkohol, dan nikotin. Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari jenis-jenis zat adiktif dan dampak penggunaan zat adiktif bagi kesehatan, termasuk zat-zat yang tergolong narkoba.

Ayo, Kita Diskusikan

Bacalah cuplikan berita dari salah satu situs di internet berikut!

"Sindikat pengedar narkoba pada salah satu provinsi di Indonesia, berhasil disergap petugas kepolisian. Seorang bandar narkoba berinisial Mr. X , ditangkap di rumahnya beserta barang bukti 5

gram sabu-sabu. Penangkapan terhadap Mr. X ini dilakukan petugas Unit Narkoba Poltabes setempat, setelah menerima informasi dari masyarakat tentang transaksi narkoba yang dilakukan tersangka dengan bandar lainnya. Mengetahui kedatangan petugas, tersangka sempat mengelak dan membantah bahwa ia pengedar narkoba. Namun setelah dilakukan penggeledahan petugas menemukan dua paket sabu-sabu seberat 5 gram. Mr. X yang berprofesi sebagai tukang servis elektronik ini kemudian dibawa ke kantor polisi untuk kemudian diadili di pengadilan". Sumber: dimodifikasi dari Indosiar.com

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Analisislah mengapa orang yang mengedarkan narkoba tersebut harus ditangkap?
2. Apa sebenarnya kerugian penggunaan narkoba sehingga pelaku pengedarnya harus diamankan oleh pihak yang berwenang?

Setelah kamu mempelajari dampak penggunaan narkoba dan melakukan diskusi, tentu kamu tidak ingin hidup menderita akibat terlibat dalam penyalahgunaan narkoba bukan? Oleh karena itu, kamu harus mampu menjaga diri dari bahaya narkoba. Adapun beberapa upaya yang dapat kamu lakukan untuk menjaga diri dari bahaya narkoba adalah sebagai berikut.

1. Mengenal dan menilai diri sendiri

Mengenal dan menilai diri sendiri berarti kamu menyadari akan kelemahan dan kekuatan, kekurangan dan kelebihan, dan cita-cita atau tujuan hidup yang ingin kamu capai. Dengan lebih mengenal diri sendiri, kamu akan dapat lebih mudah mengarahkan perilakumu untuk mencapai tujuan hidup yang telah kamu tetapkan dan mencegah diri dari perilaku yang membuatmu tidak dapat meraih tujuan hidupmu.

2. Meningkatkan harga diri

Harga diri adalah suara hatimu yang menunjukkan bahwa kamu adalah seorang yang istimewa dan berharga, serta mampu mencapai cita-cita. Harga diri merupakan dasar dalam proses belajar, membangun kreativitas, tanggung jawab, dan hubungan positif dengan orang lain. Harga diri seseorang dapat tinggi atau rendah

tergantung pada pengalaman, perilaku, dan interaksinya dengan orang lain. Orang yang memiliki harga diri yang rendah akan cenderung merendahkan dirinya sendiri, percaya bahwa ia tidak dapat menjadi lebih baik, menghindari hubungan dengan orang lain, gelisah, dan suka menyendiri yang mengakibatkan ia mudah untuk dipengaruhi orang lain, termasuk dipengaruhi untuk mengonsumsi narkoba. Oleh karena itu, penting bagimu untuk memiliki harga diri yang kuat. Orang yang memiliki harga diri yang tinggi, yang bangga dengan hasil karya sendiri maupun hasil kolaborasi dengan teman, mampu bertindak mandiri, mampu menjalankan tanggung jawab dengan baik, berani menghadapi tantangan dengan penuh semangat, dan mau membantu orang lain.

3. Meningkatkan rasa percaya diri

Percaya diri adalah gambaran keyakinan, keberanian, cara pandang, pemikiran, dan perasaan tentang dirinya sendiri dalam menghadapi suatu permasalahan. Jika kamu memiliki rasa percaya diri yang baik, kamu akan memiliki dorongan, kekuatan, dan keberanian untuk melakukan hal-hal yang positif, seperti siap dalam melaksanakan tugas yang diberikan. Contoh lainnya yaitu berani berbicara secara rasional untuk mencegah orang lain memanfaatkan dirimu, misalnya dengan berkata "Mohon maaf, saya ada janji" atau berani menolak tawaran zat atau obat yang tidak kamu ketahui yang mungkin menjerumuskanmu kepada narkoba. Dengan memiliki sikap percaya diri yang tinggi, kamu akan siap menghadapi tantangan untuk meraih cita-citamu!

4. Terampil mengatasi masalah dan mengambil keputusan

Kamu perlu belajar mengelola perasaan, seperti rasa takut, marah, khawatir, benci, malu, putus asa, dan sebagainya sehingga tidak lari dari masalah. Dengan mampu mengelola perasaan, kamu akan tetap maju dan menyelesaikan masalah yang kamu hadapi. Dalam menyelesaikan masalah, kamu juga harus terampil dalam mengambil keputusan. Dalam mengambil keputusan, kamu harus menggunakan pemikiran yang logis mengenai sumber masalah dan alternatif pemecahan masalah yang paling tepat dan bijaksana. Kamu juga dapat meminta pendapat orang lain, misalnya orangtuamu jika perlu. Jika keputusan yang diambil kurang tepat atau bahkan gagal, maka jadikan sebagai pelajaran untuk melakukan yang lebih baik lagi.

5. Memilih pergaulan yang baik dan terampil menolak tawaran narkoba

Remaja memiliki ikatan yang kuat dengan teman sebayanya. Bagi seorang remaja, penerimaan atau diakui oleh kelompok sebayanya sangat penting. Adakalanya, ia berusaha untuk mengikuti hal-hal yang dikerjakan atau diikuti oleh teman-temannya untuk membuat mereka menyukainya, meskipun pada awalnya mungkin juga terdapat tekanan. Banyak remaja yang mulai merokok, minum-minuman keras, bahkan menyalahgunakan narkoba akibat tekanan dari teman. Oleh karena itu, bergaulah dengan teman-teman yang tidak menyalahgunakan narkoba. Selain itu, kamu juga harus mampu menolak tawaran atau ajakan dari teman terhadap hal-hal yang negatif, seperti merokok maupun minum-minuman keras, apalagi penggunaan narkoba.

Sumber: Badan Narkotika Nasional, 2012

Gambar 5.17 Katakan Tidak pada Narkoba

Bagaimana upaya untuk mampu menolak tawaran tersebut? Kamu perlu memiliki keberanian dan tekad untuk menolaknya, belajarlah berkata “Tidak!”. Sadarilah bahwa narkoba akan membuatmu semakin terjerumus kepada kesengsaraan. Kamu juga harus waspada terhadap temanmu jika temanmu memaksamu. Jika kamu mendapat ancaman segera tinggalkan temanmu tersebut atau laporkan kepada gurumu.

Tahukah Kamu?

Agar pemuda bangsa Indonesia terbebas dari narkoba, dibentuklah ikrar pemuda anti narkoba, yang bunyinya sebagai berikut. “Kami pemuda-pemudi Indonesia, sebagai harapan bangsa berjanji. (1) Akan tetap menjaga masa depan kami dengan cara menjauhi narkoba. (2) Akan tetap memelihara hubungan

persahabatan yang terjalin antara sesama dengan cara saling mengedukasi maupun melengkapi dan menginspirasi untuk tetap menerapkan gaya hidup sehat tanpa narkoba. (3) Akan tetap berdiri teguh tidak tergoyahkan dalam berinisiatif, berinovasi, dan berpartisipasi dalam segala upaya untuk mencapai masa depan yang bebas dari penyalahgunaan narkoba."

6. Terampil sebagai agen pencegahan penyalahgunaan narkoba

Remaja juga merupakan subjek yang penting dan harus terlibat aktif dalam pencegahan penyalahgunaan narkoba, baik di sekolah maupun di lingkungan rumah. Kamu dapat membentuk kelompok remaja anti narkoba yang menciptakan pola hidup sehat dan produktif, menjadi contoh positif bagi remaja yang lain, mendukung masyarakat untuk menciptakan lingkungan bebas narkoba, mendorong remaja lain untuk menghindari penyalahgunaan narkoba dan mendorong mereka menolak tawaran menyalahgunakan narkoba, serta membantu teman yang mempunyai masalah narkoba untuk mencari pertolongan.

Sumber: jabar.pojoksatu.id

Gambar 5.18 Peserta Didik Melakukan Kampanye Anti Narkoba

7. Menerapkan pola hidup sehat

Remaja adalah generasi penerus dan aset bangsa Indonesia yang berharga. Negara Indonesia memerlukan generasi muda yang sehat sehingga dapat tumbuh menjadi manusia dewasa yang sehat yang mampu memajukan negara dan membuat bangsa Indonesia semakin sejahtera. Untuk membentuk generasi muda yang sehat, perlu penerapan pola hidup sehat yang meliputi: mengonsumsi makanan dan minuman yang sehat dan bergizi, menghindari makanan siap saji (*junk food*); olahraga secara teratur, termasuk mengikuti ekstrakurikuler

yang bergerak dalam bidang olahraga; istirahat yang teratur dan cukup sehingga dapat mengurangi ketegangan pikiran dan memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak; serta melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin.

8. Memperkuat iman dan takwa kepada Tuhan

Semua agama dan kepercayaan mengajarkan kepada penganutnya untuk melakukan hal-hal yang baik dan melarang untuk melakukan hal-hal yang buruk, termasuk juga narkoba dan obat berbahaya lainnya. Remaja yang memiliki iman (kepercayaan) yang kuat, serta selalu berusaha menjalankan perintah dan menjauhi larangan Tuhan (bertakwa) dapat mencegah berbagai perilaku kenakalan remaja, termasuk dalam masalah penyalahgunaan narkoba. Remaja yang kurang taat dalam kepercayaan atau agamanya mempunyai risiko yang lebih besar untuk cenderung menyalahgunakan narkoba, dibandingkan remaja yang taat dalam kepercayaan atau agamanya. Oleh karena itu, kamu harus selalu berusaha untuk meningkatkan iman dan takwa kamu kepada Tuhan Yang Maha Esa.

9. Melakukan kegiatan yang positif

Remaja hendaknya dapat mengisi waktu luang dengan kegiatan positif yang berguna untuk masa depannya, misalnya dengan mengikuti berbagai ekstrakurikuler di sekolah, ikut organisasi siswa seperti OSIS, UKS, PMR, mengikuti gelar seni budaya, dan lain sebagainya. Dengan mengisi waktu luang dengan kegiatan positif dapat membantumu menghindarkan diri dari penyalahgunaan narkoba.

10. Membangun komunikasi dan hubungan yang baik dengan teman dan keluarga

Membangun komunikasi dan hubungan yang baik dengan keluarga juga sangat penting bagi remaja. Luangkanlah waktu bersama-sama keluarga dan lebih terbukalah pada orangtua. Jika kamu memiliki masalah, bicarakanlah dengan orangtua. Orangtua tentu akan selalu membimbing atau membantumu menyelesaikan masalahmu. Dengan begitu kamu tidak akan terus terbebani sendiri untuk memecahkan masalah yang kamu hadapi.

Ayo, Kita Renungkan

Setelah menyelesaikan pembelajaran pada bab ini tentu kamu sudah memahami banyak hal terkait zat aditif dan zat adiktif. Kamu tentu sudah paham jenis-jenis zat aditif yang sering ditambahkan dalam makanan atau minuman. Berdasarkan pemahaman yang telah kamu peroleh sudah selayaknya kamu mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari dengan cara memilih makanan dan minuman yang aman dan sehat, sehingga kamu dapat terus belajar untuk meraih kesuksesan di masa depan.

Setelah kamu belajar materi tentang zat adiktif, tentu kamu sudah memahami jenis-jenis zat adiktif, cara kerjanya, dan dampak penggunaannya. Jenis zat adiktif antara lain narkotika dan psikotropika. Sudah banyak orang yang terkena pengaruh buruk narkotika dan obat-obatan terlarang (narkoba).

Pengguna narkoba akan sering merasakan sakit kepala, mata merah, gangguan pencernaan, tidak dapat konsentrasi saat belajar atau bekerja, sering melamun, sakit-sakitan, bahkan dapat berakibat kematian. Tuhan telah menganugerahi kita tubuh yang sempurna pada setiap orang, sehingga sudah menjadi kewajibanmu untuk menjaga agar tubuh tetap sehat. Salah satunya dengan tidak mengonsumsi narkoba dan bahan-bahan yang dapat merusak tubuh. Jika kamu menghadapi masalah, lebih baik berkonsultasi dengan orangtua, guru, teman dan berdoa memohon petunjuk kepada Tuhan.

Bagaimana sikapmu setelah mempelajari materi tentang zat aditif dan zat adiktif? Coba kamu jawab pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda centang (✓) pada Tabel 5.9 di kolom "ya" atau "tidak"!

Tabel 5.9 Pertanyaan/Pernyataan untuk Refleksi Terkait Zat Aditif dan Zat Adiktif

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu berupaya menghindarkan diri dari mengonsumsi berbagai jenis makanan dan minuman yang banyak mengandung zat aditif buatan, misalnya makanan yang diberi saus yang dijual di pinggir jalan maupun minuman yang mengandung pemanis buatan?		
2	Apakah ketika kamu membuat kue atau makanan yang lain menggunakan pewarna alami seperti pewarna dari daun pandan, kakao, stroberi, dan wortel?		
3	Apakah ketika kamu memasak sudah beralih dari yang banyak menggunakan MSG sebagai penyedap menjadi menggunakan penyedap alami?		
4	Setelah mengetahui bahaya merokok, apakah kamu akan terus berusaha mencegah diri dari merokok?		
5	Setelah mengetahui bahaya dari narkoba, apakah kamu akan terus berusaha menghindarkan diri dari bahaya narkoba?		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban “ya” mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban “tidak” mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 3 : berarti kamu tidak peduli pada kesehatanmu.
- Skor 4 - 6 : berarti kamu kurang peduli pada kesehatanmu.
- Skor 7 - 10 : berarti kamu peduli pada kesehatanmu.

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli terhadap kesehatanmu, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulian terhadap kesehatanmu.

Info Tokoh

Info Tokoh
721-803 M
Jabir Ibnu Hayyan
Penemu asam sitrat, asam asetat, natrium karbonat, dan masih banyak senyawa yang lainnya.
864-930 M
Al-Razi
Ilmuwan ahli dalam bidang obat-obatan dan kedokteran. Al-Razi adalah penemu pertama senyawa etanol (golongan alkohol) yang mudah terbakar.
936–1013 M
Al-Zahrawi
Membuat sederet produk kosmetika, termasuk deodoran, hand lotion, dan pewarna rambut. Menemukan obat bius (anestesi) yang berasal dari tumbuhan yang dikenal dengan nama Opium (Pavaper somniverum).
1503-1566
Michel Nostredame
Penemu bahan pengawet asam benzoat.
Friedlieb F. Runge
1795-1867
Penemu senyawa kafein pada kopi.
1783-1841M
F.W. Adam Serturener
Mengisolasi morfin dari getah buah Opium (Pavaper somniverum).
Norbert Rillieux
1806 -1894
Penemu mesin pembuatan gula pasir.
1864 – 1936
Kikunae Ikeda
Penemu bahan penyedap MSG.

Rangkuman

1. Zat aditif adalah zat yang ditambahkan pada makanan dan minuman untuk meningkatkan kualitas, keawetan, kelezatan, dan kemenarikan makanan dan minuman.
2. Zat aditif ada yang bersifat alami dan buatan. Zat aditif dapat berupa bahan pewarna, pemanis, pengawet, penyedap, pemberi aroma, pengental, dan pengemulsi.
3. Contoh pewarna alami misalnya pewarna dari daun suji dan pandan, sedangkan pewarna buatan misalnya tartrazine.
4. Pengawetan dapat dilakukan secara fisik, misalnya melalui pemanasan atau penyinaran, dan secara kimia misalnya dengan pemberian natrium benzoat maupun garam.
5. Contoh bahan pemanis alami misalnya gula, sedangkan pemanis buatan misalnya aspartam, siklamat, dan sakarin.
6. Contoh penyedap alami misalnya bunga cengkeh, serai, kayu manis, garam, bawang putih, sedangkan penyedap buatan misalnya vetsin.
7. Penggunaan bahan aditif buatan harus menggunakan bahan yang diizinkan oleh pemerintah dan tidak melebihi jumlah maksimal yang diizinkan.
8. Zat adiktif merupakan bahan makanan atau minuman yang dapat menimbulkan kecanduan pada penggunanya. Zat adiktif dibedakan menjadi narkotika, psikotropika, zat psiko-aktif lainnya.
9. Contoh narkotika adalah heroin, kokain, dan morfin.
10. Contoh psikotropika adalah ekstasi, sabu-sabu, diazepam, dan LSD.
11. Contoh zat psiko-aktif lain adalah kafein, nikotin, dan alkohol.
12. Bahan-bahan adiktif yang termasuk kelompok narkotika tidak boleh digunakan secara sembarangan dan secara bebas karena memiliki efek yang sangat membahayakan bagi penggunanya.

13. Menyimpan atau menggunakan bahan yang tergolong narkotika secara bebas merupakan suatu bentuk pelanggaran hukum yang dapat mengakibatkan pelakunya mendapat sanksi pidana.
14. Beberapa macam bahan adiktif yang tergolong psikotropika masih boleh dipergunakan sebagai obat, namun penggunaannya dalam pengawasan yang ketat oleh pemerintah.
15. Dampak penggunaan zat adiktif dalam jangka panjang di antaranya daya berpikir berkurang, motivasi belajar turun, perhatian ke lingkungan berkurang, menyebabkan penyakit pada organ dalam, ketergantungan, dan kematian.
16. Upaya pencegahan diri dari bahaya narkoba di antaranya yaitu mengenal dan menilai diri sendiri, meningkatkan harga diri, meningkatkan rasa percaya diri, terampil mengatasi masalah dan keputusan, memilih pergaulan yang baik, dan terampil menolak tawaran narkoba.

Bagan Konsep

Zat Aditif dan Zat Adiktif

- Zat Aditif (berdasar fungsi)
  - Pewarna
    - Alami — Contoh: Daun pandan
    - Buatan — Contoh: Tartazin
  - Pemanis
    - Alami — Contoh: Gula
    - Buatan — Contoh: Aspartam
  - Pengawet
    - Kimiawi — Contoh: Asam benzoat
    - Fisis — Contoh: Pemanasan
  - Penyedap
    - Alami — Contoh: Merica
    - Buatan — Contoh: MSG
  - Pengental — Contoh: Gelatin, alginat
  - Pengemulsi — Contoh: Lesitin, gliserin
- Zat Adiktif
  - berdasar asalnya, dikelompokkan menjadi
    - Narkotika
      - Golongan I
      - Golongan II
      - Golongan III
      - Golongan IV
    - Psikotropika
      - Golongan I
      - Golongan II
      - Golongan III
    - Zat Psiko-aktif lainnya
  - berdasar cara kerja
    - Stimulan
    - Sedatif/Hipnotis-Depresan
    - Halusinogen
  - Narkotika dan Psikotropika juga dikenal sebagai Narkoba
    - Narkoba perlu Upaya Pencegahan Penyalahgunaan Narkoba

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bahan pewarna yang disarankan untuk dipakai dalam produk makanan dan minuman adalah ....
   A. pewarna buatan karena pewarna buatan lebih mudah dibeli di toko
   B. pewarna alami karena lebih mudah diperoleh dibandingkan pewarna buatan
   C. pewarna alami karena tidak memiliki efek samping dalam penggunaan dengan skala besar
   D. pewarna buatan karena tidak akan menimbulkan penyakit apapun meski dipakai dalam jumlah banyak
2. Berikut ini yang tidak termasuk bahan pewarna alami adalah ....
   A. kunyit
   B. kakao
   C. daun suji
   D. tartrazine
3. Pemanis buatan yang tidak mengandung kalori dianjurkan untuk dikonsumsi para penderita penyakit tertentu yang ingin menikmati rasa manis secara aman. Penyakit tersebut adalah ....
   A. kanker
   B. diabetes mellitus
   C. diabetes insipidus
   D. tekanan darah tinggi
4. Pengawet digunakan dalam pembuatan bahan makanan, karena ....
   A. mempermudah dalam pengemasan untuk pendistribusian
   B. mencegah reaksi kimia tertentu pada bahan makanan
   C. membantu proses penumbuhan berbagai mikroorganisme pada bahan makanan
   D. mencegah makanan dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu

5. *Monosodium glutamat* (MSG) memiliki rasa yang khas dan dapat membuat makanan menjadi lebih sedap, namun penggunaan MSG harus dibatasi. Bahan campuran yang dapat digunakan untuk menggantikan MSG adalah ....
   A. gula dan asam
   B. garam dan asam
   C. gula dan garam
   D. garam dan serbuk lada
6. Ikan adalah salah satu jenis makanan yang memiliki kandungan protein tinggi. Tetapi, ikan mudah sekali busuk jika tidak segera diolah. Berikut ini cara pengawetan ikan yang tepat adalah ....
   A. pengeringan, pembekuan, dan penambahan gula
   B. pendinginan, pengasapan, dan penambahan enzim
   C. pendinginan, pengalengan, dan penambahan garam
   D. pengalengan, pengeringan, dan penambahan enzim
7. Beberapa zat adiktif dapat meningkatkan aktivitas sistem saraf pusat atau fungsi organ tubuh lainnya, seperti meningkatkan denyut jantung. Zat adiktif yang memiliki sifat tersebut termasuk dalam kelompok ....
   A. sedatif
   B. stimulan
   C. hipnotik
   D. halusinogen
8. LSA (*Lysergic acid amide*) dan LSD (*Lysergic acid diethylamide*) merupakan obat psikotropika yang dapat memberikan efek khayal seperti mendengar atau melihat sesuatu yang sebenarnya tidak nyata atau disebut dengan ....
   A. rileks
   B. euforia
   C. halusinasi
   D. halusinogen
9. Zat psiko-aktif yang secara alami terdapat dalam kopi adalah ....
   A. tar
   B. kafein
   C. nikotin
   D. kokain

10. Jika kamu mendapati seseorang yang terkena psikotropika, yang dapat kamu sarankan kepada orang-orang di sekitarnya adalah ....
    A. meminta untuk mengurangi dosis penggunaan psikotropika sesuai keinginan dirinya sendiri
    B. meminta mengantarkannya ke rumah sakit tertentu untuk mendapat terapi penghentian penggunaan psikotropika
    C. meminta untuk menggunakan bahan lain identik narkoba tapi tidak berbahaya, sehingga rasa sakit akibat kecanduan akan hilang
    D. meminta membantu mengatasinya dengan menahan diri dari menggunakan bahan tersebut meskipun ada rasa sakit yang berlebihan

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Sebutkan 5 jenis zat aditif yang biasa ditambahkan pada makanan!
2. Jelaskan apa dampak positif dan negatif dari mengonsumsi kopi!
3. Mengapa narkotika dan psikotropika dilarang peredarannya? Jelaskan jawaban kamu!
4. Bagaimana upaya pemerintah dalam rangka mengurangi peredaran narkoba di Indonesia?
5. Menurut pendapatmu, bagaimana caranya agar seseorang dapat berhenti dari menggunakan narkoba, padahal gejala kecanduan narkoba sangat menyakitkan?

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Membuat Karya Tulis dampak Penggunaan Zat Aditif dan Penyalahgunaan Zat Adiktif bagi Kesehatan

- **Permasalahan**

Zat aditif dan zat adiktif dapat ditemukan di lingkungan tempat tinggal kita. Bahkan tanpa kita sadari kita sering mengonsumsi zat aditif dan adiktif yang ada pada makanan dan minuman. Zat adiktif yang terdapat pada makanan dan minuman misalnya kafein yang ada dalam kopi atau teh. Ada juga zat adiktif yang tidak mudah kita jumpai misalnya narkotika, psikotropika, dan lain-lain. Zat adiktif jenis narkoba, psikotropika, dan lainnya dilarang untuk diperjualbelikan karena dapat membuat ketergantungan bagi penggunanya dan mengganggu kesehatan. Zat aditif juga ada yang dilarang digunakan untuk makanan misalnya zat pewarna tidak untuk makanan dan minuman. Coba temukan bagaimana dampak mengonsumsi zat aditif dan penyalahgunaan zat adiktif bagi kesehatan!

- **Perencanaan**

Lakukan kegiatan ini dalam kelompok (3-5 orang per kelompok). Buatlah karya tulis tentang dampak penggunaan zat aditif dan penyalahgunaan zat adiktif bagi kesehatan.

- **Pelaksanaan**

Lakukan kegiatan ini dengan mencari beberapa sumber tentang dampak penyalahgunaan zat adiktif dan aditif bagi kesehatan manusia. Jika kalian mengalami kesulitan, mintalah bantuan pada guru atau orangtua.

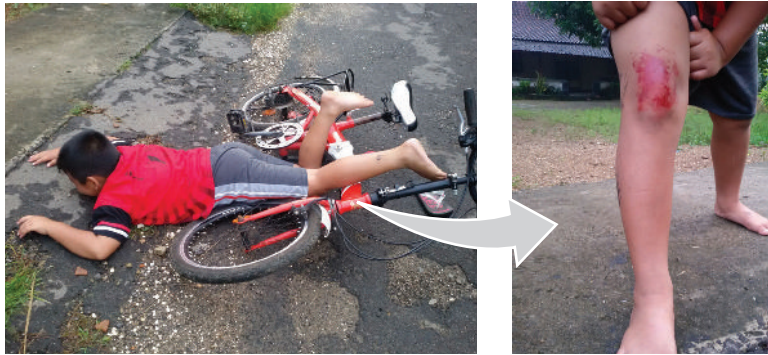
- **Penilaian dilakukan berdasarkan:**

1. Produk berupa hasil karya tulis tentang penyalahgunaan zat adiktif dan aditif bagi kesehatan.
2. Presentasi karya tulis tentang dampak penggunaan zat aditif dan penyalahgunaan zat aditif bagi kesehatan.

6 Sistem Peredaran Darah Manusia

Sumber: Santoambrosius.org

Apakah kamu pernah melihat orang yang melakukan transfusi atau donor darah? Untuk apakah darah yang didonorkan tersebut? Apa pentingnya darah bagi kehidupan? Organ apa saja yang berperan dalam sistem peredaran darah manusia? Apa saja penyakit atau kelainan yang berhubungan dengan sistem peredaran darah? Agar kamu memahaminya, ayo pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Maha Suci Tuhan yang telah menciptakan sistem peredaran darah bagi manusia. Pernahkah bagian tubuhmu terluka, misalnya karena terjatuh akibat bermain sepeda atau terkena benda tajam seperti pisau atau benda tajam lainnya? Ketika tubuhmu terluka, bagian tubuh yang terluka tersebut akan mengeluarkan darah. Perhatikan Gambar 6.1!

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.1 Anak Terjatuh dari Sepeda dan Terjadi Luka pada Lutut

Setelah beberapa lama, darah yang awalnya keluar dari tubuh dapat terhenti. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi? Apa yang terjadi dengan tubuhmu jika darah keluar secara terus menerus? Tentu jika darah keluar secara terus menerus kamu akan kekurangan darah. Tentu kita wajib bersyukur atas adanya mekanisme pembekuan darah, sehingga darah tidak terus keluar dari tubuh. Apakah kamu pernah berpikir apa akibatnya jika kekurangan darah? Apa sebenarnya fungsi darah bagi tubuh kita? Bagaimana proses pembekuan darah?

Darah pada tubuh manusia berfungsi untuk mengangkut nutrisi, oksigen, hormon, dan senyawa kimia lain ke seluruh sel-sel tubuh serta mengangkut karbon dioksida dan sisa metabolisme untuk dikeluarkan dari tubuh. Selain itu, darah juga berfungsi untuk menjaga tubuh kita dari serangan penyakit. Proses ini berlangsung terus menerus selama kehidupan manusia. Untuk melakukan fungsi tersebut melibatkan berbagai organ dalam tubuh. Apa saja proses yang terjadi dalam sistem peredaran darah? Organ apa saja yang berperan dalam sistem peredaran darah? Agar kamu dapat memahaminya pelajari materi berikut ini dengan baik.

A. Struktur dan Fungsi Sistem Peredaran Darah

Ayo, Kita Pelajari

- Darah
- Jantung dan pembuluh darah

Istilah Penting

- Eritrosit
- Leukosit
- Trombosit
- Plasma darah
- Hemoglobin
- Atrium
- Ventrikel
- Arteri
- Vena

Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami komponen penyusun darah dan fungsinya serta organ-organ yang berperan dalam sistem peredaran darah.

1. Darah

Darah merupakan jaringan ikat yang berwujud cair dan tersusun atas dua komponen utama yaitu plasma dan elemen seluler. Perhatikan Gambar 6.2!

Plasma 55%

Komposisi	Fungsi
Air	Pelarut untuk membawa senyawa lain
Garam-Garam: Kalium, Natrium, Kalsium, Magnesium, Klorida, Bikarbonat	Keseimbangan osmotik, buffer pH, dan mengatur permeabilitas membran
Protein Plasma: Albumin, Fibrinogen, Immunoglobin (antibodi)	Keseimbangan osmotik, buffer pH, pembekuan darah, sistem pertahanan
Senyawa yang ditransportasikan darah: Nutrisi (glukosa, asam lemak, vitamin), Produk sisa metabolisme, Gas-gas respirasi (O_2 dan CO_2), Hormon-hormon	

Elemen Seluler 45%

Jenis Sel	Jumlah (per mm³)	Fungsi
Eritrosit (sel darah merah)	5–6 juta	Transpor O_2 dan CO_2
Leukosit (sel darah putih): Basofil, Eosinofil, Limfosit, Neutrofil, Monosit	5.000–10.000	Pertahanan & kekebalan
Trombosit	250.000–400.000	Pembekuan darah

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 6.2 Komponen Penyusun Darah

Agar kamu dapat memahami komponen penyusun darah, ayo coba simulasikan dengan melakukan Aktivitas 6.1 berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.1 Model Komponen Penyusun Darah

Apa yang kamu perlukan?

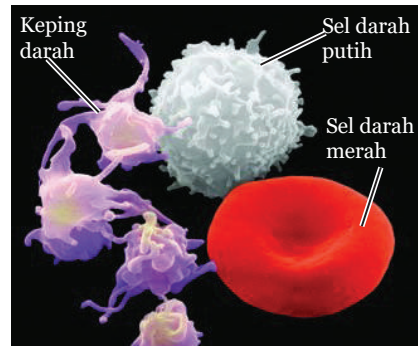
1. 1 buah tabung reaksi
2. 3 buah pipet tetes
3. 3 gelas ukur
4. Minyak goreng
5. Air
6. Pewarna makanan
7. Pelumas mesin atau oli

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang!
2. Ukurlah 5 mL minyak goreng dengan menggunakan gelas ukur. Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti. Tuangkan minyak goreng tersebut ke dalam tabung reaksi.
3. Ukurlah 5 mL oli dengan menggunakan gelas ukur. Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti. Tuangkan oli tersebut ke dalam tabung reaksi.
4. Ukurlah 5 mL air dengan menggunakan gelas ukur. Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti. Tuangkan air tersebut ke dalam tabung reaksi.
5. Tambahkan beberapa tetes zat warna kue pada campuran minyak goreng, oli, dan air.
6. Tutuplah ujung tabung reaksi, dengan cara menyumbat bagian mulut tabung reaksi dengan menggunakan ibu jari.
7. Kocoklah beberapa saat hingga seluruh komponen tercampur dengan cukup sempurna. Lakukan dengan hati-hati agar tabung reaksi tidak terjatuh.
8. Diamkan tabung reaksi beberapa saat, biarkan hingga larutan terpisah. Agar kamu mendapatkan hasil yang tepat, lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Ada berapa lapisan yang terbentuk pada campuran tersebut?
2. Gambarlah lapisan yang terbentuk dalam tabung reaksi tersebut!
3. Analogikan setiap lapisan yang terbentuk dengan komponen-komponen penyusun darah!

Plasma darah merupakan cairan ekstraseluler yang mengandung zat-zat terlarut, sedangkan elemen seluler tersusun atas sel-sel darah. Apabila darah yang terdapat di dalam tabung reaksi disentrifugasi (diputar) dengan kecepatan tertentu, sel-sel darah akan berada pada bagian dasar sedangkan plasma berada pada bagian atas. Darah tersusun atas 55% plasma darah dan 45% sel-sel darah. Secara normal, lebih dari 99% sel-sel darah tersusun atas sel darah merah (eritrosit) dan sisanya tersusun oleh sel darah putih (leukosit) dan keping darah (trombosit). Perhatikan Gambar 6.3!

Sumber: Tortora & Derricson, 2009
Gambar 6.3 Sel-sel Darah

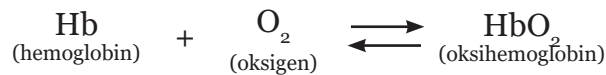
a. Plasma Darah

Plasma darah tersusun atas 91,5% air (H_2O) dan 8,5% zat-zat terlarut. Zat-zat terlarut tersebut tersusun atas protein dan zat-zat lain. Protein-protein yang terlarut dalam plasma antara lain albumin, fibrinogen, dan globulin yang sering disebut sebagai protein plasma. Zat-zat lain yang terlarut dalam plasma darah antara lain sari makanan, mineral, hormon, antibodi, dan zat sisa metabolisme (urea dan karbon dioksida).

b. Sel Darah Merah (Eritrosit)

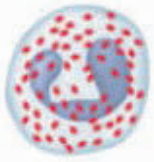
Sel darah merah berbentuk bulat pipih dengan bagian tengahnya cekung (bikonkaf). Sel darah merah tidak memiliki inti sel. Warna merah pada sel darah merah disebabkan adanya hemoglobin (Hb) dalam sel darah merah. Hemoglobin merupakan suatu protein yang

mengandung unsur besi. Sel darah merah paling banyak terdapat dalam darah, 1 mm^3 (kurang lebih sekitar satu tetes) darah terdiri atas 4-5 juta sel darah merah. Ketika dalam paru-paru, hemoglobin dalam sel darah merah mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap oksigen, sehingga akan mengikat oksigen membentuk kompleks **oksihemoglobin**. Persamaan reaksi kimianya adalah:

$$\underset{\text{(hemoglobin)}}{Hb} + \underset{\text{(oksigen)}}{O_2} \rightleftharpoons \underset{\text{(oksihemoglobin)}}{HbO_2}$$

Ketika sel darah merah berada dalam jaringan tubuh, daya ikat hemoglobin terhadap oksigen berkurang, sehingga oksigen terlepas dari hemoglobin menuju sel-sel tubuh. Sebaliknya, saat berada dalam jaringan tubuh, daya ikat hemoglobin terhadap karbon dioksida tinggi. Karbon dioksida berikatan dengan hemoglobin membentuk **karbaminohemoglobin**. Persamaan reaksi kimianya adalah:

$$\underset{\text{(hemoglobin)}}{Hb} + \underset{\text{(karbon dioksida)}}{CO_2} \rightleftharpoons \underset{\text{(karbaminohemoglobin)}}{HbCO_2}$$

Sel darah merah yang mengandung karbaminohemoglobin selanjutnya menuju paru-paru. Di dalam paru-paru karbon dioksida dilepaskan untuk dikeluarkan dari tubuh.

Masih ingatkah kamu di mana sel darah merah dibentuk? Sel darah merah dibentuk di dalam sumsum merah tulang. Namun, selama dalam kandungan, sel darah merah dibentuk dalam hati dan limpa. Sel darah merah hanya berusia sekitar 100 - 120 hari. Sel yang telah tua akan dihancurkan oleh sel makrofag di dalam hati dan limpa. Selanjutnya, di dalam hati, hemoglobin dirombak, kemudian dijadikan bilirubin (pigmen empedu).

b. Sel Darah Putih (Leukosit)

Berbeda dengan sel darah merah, sel darah putih memiliki bentuk yang tidak tetap atau bersifat ameboid dan mempunyai inti. Jumlah sel darah putih tidak sebanyak jumlah sel darah merah, setiap 1 mm^3 darah mengandung sekitar 8.000 sel darah putih. Fungsi utama dari sel darah putih adalah melawan kuman/bibit penyakit yang masuk ke dalam tubuh. Apabila di dalam darah terjadi peningkatan jumlah leukosit, maka kemungkinan terjadi infeksi di bagian tubuh. Jika jumlah leukosit sampai di bawah 6.000 sel per 1 mm^3 darah disebut sebagai kondisi leukopenia. Jika jumlah leukosit melebihi normal (di atas 9.000 sel per 1 mm^3) disebut leukositosis.

Berdasarkan ada tidaknya butir-butir kasar (granula) dalam sitoplasma leukosit, leukosit dapat dibedakan menjadi granulosit dan agranulosit. Leukosit jenis granulosit terdiri atas eosinofil, basofil, dan netrofil. Agranulosit terdiri atas limfosit dan monosit. Agar kamu dapat memahami dengan baik karakteristik jenis-jenis sel darah putih, perhatikan Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Karakteristik Jenis-jenis Sel Darah Putih

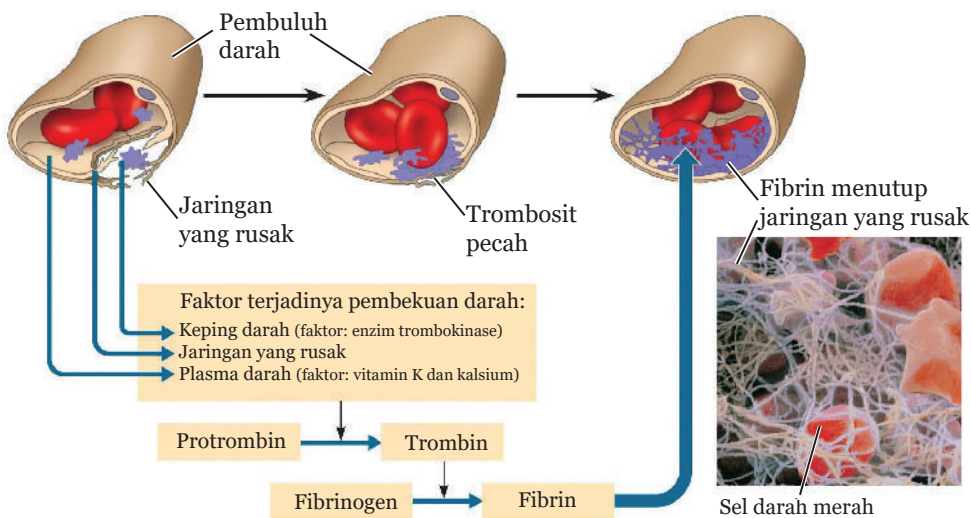
Jenis Sel Darah Putih		Bentuk Sel	Karakteristik
Granulosit	Eosinofil		Mengandung granula berwarna merah. Berfungsi pada reaksi alergi, terutama infeksi cacing.
	Basofil		Mengandung granula berwarna biru. Berfungsi pada reaksi alergi.
	Netrofil		Disebut juga sel-sel PMN (*Poly Morpho Nuclear*). Berfungsi sebagai fagosit (menyerang patogen).
Agranulosit	Limfosit		Ada dua jenis, sel T dan sel B. Keduanya berfungsi untuk imunitas dan kekebalan tubuh.
	Monosit		Leukosit yang berukuran paling besar. Berfungsi mencerna sel-sel yang mati atau rusak dan membantu sistem kekebalan tubuh.

Sumber: Marieb & Hoehn, 2012

c. Keping Darah (Trombosit)

Bentuk trombosit beraneka ragam, yaitu bulat, oval, dan memanjang. Trombosit tidak berinti dan bergranula. Jumlah sel pada orang dewasa sekitar 200.000 – 500.000 sel per 1 mm^3 darah. Umur dari keping darah cukup singkat, yaitu 5 sampai 9 hari. Keping darah sangat berhubungan dengan proses mengeringnya luka, sehingga tidak

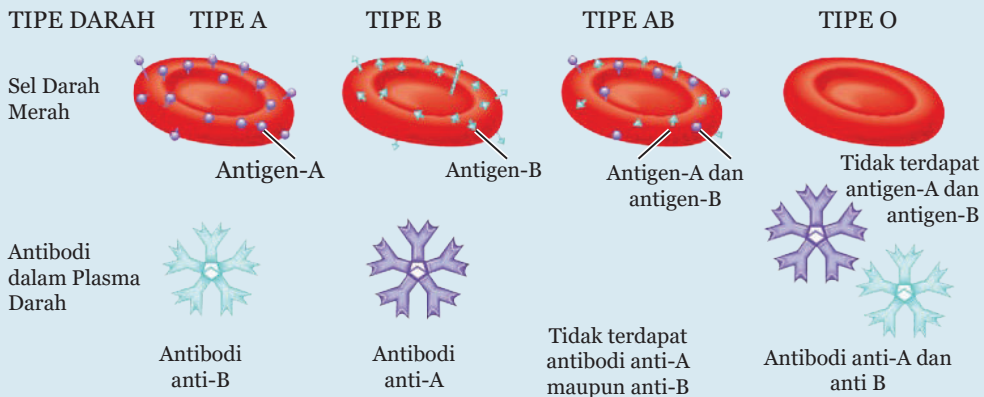
heran jika ada yang menyebut keping darah dengan sel darah pembeku. Nah, pernahkah kamu berpikir bagaimana proses pembekuan darah terjadi?

Sesaat setelah bagian tubuh terluka, trombosit akan pecah karena bersentuhan dengan permukaan kasar dari pembuluh darah yang luka. Di dalam trombosit, terdapat enzim trombokinase atau tromboplastin. Enzim tromboplastin akan mengubah protrombin (calon trombin) menjadi trombin karena pengaruh ion kalsium dan vitamin K dalam darah. Trombin akan mengubah fibrinogen (protein darah) menjadi benang-benang fibrin. Benang-benang fibrin ini akan menjaring sel-sel darah sehingga luka tertutup dan darah tidak menetes lagi. Agar kamu dapat dengan mudah memahami proses pembekuan darah, perhatikanlah Gambar 6.4!

Sumber: Campbell *et al*. 2008

Gambar 6.4 Proses Pembekuan Darah

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu darah dapat digolongkan menjadi beberapa golongan? Tahukah kamu sistem penggolongan darah? Darah dapat dikelompokkan berdasar sistem ABO, sistem Rhesus (Rh), dan sistem MN. Sistem ABO dan Rh merupakan sistem penggolongan darah yang sering digunakan. Berdasarkan sistem penggolongan darah ABO, darah dikelompokkan menjadi 4 golongan darah, yaitu golongan darah A, B, AB, dan O. Pembagian ini dilakukan karena adanya perbedaan aglutinogen (antigen) pada permukaan membran

sel darah merah (eritrosit) dan antibodi (aglutinin) dalam plasma darah. Perhatikan Gambar 6.5!

Sumber: Tortora & Derricson, 2009

Gambar 6.5 Antigen (Aglutinogen) dan Antibodi (Aglutinin) pada Darah

Ada dua jenis antigen pada sel darah merah, yaitu antigen-A dan antigen-B. Antibodi dalam plasma darah juga terdiri atas dua jenis, yaitu antibodi anti-A dan antibodi anti-B. Jenis antigen dan antibodi inilah yang akan menentukan jenis golongan darah seseorang. Perhatikanlah Tabel 6.2!

Tabel 6.2 Karakteristik Golongan Darah A, B, AB, dan O

Golongan Darah	Antigen yang Dimiliki	Antibodi yang Dimiliki
A	A	β
B	B	α
AB	A dan B	-
O	-	α dan β

Sistem penggolongan darah Rhesus dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu Rhesus positif (Rh^+) dan Rhesus negatif (Rh^-). Golongan darah seseorang dapat dikelompokkan berdasar dua sistem penggolongan darah baik sistem golongan darah ABO dan Rhesus, misalnya seseorang yang memiliki golongan darah A ada yang Rhesusnya positif dan ada yang Rhesusnya negatif.

Kita harus mengetahui golongan darah karena golongan darah sangat penting pada proses transfusi darah. Transfusi darah adalah proses pemindahan darah dari donor (pemberi) ke resipien (penerima). Jika seseorang mendapatkan transfusi darah dari donor yang golongan darahnya berbeda dengan golongan darah

resipien, akan menimbulkan bahaya bagi resipien. Darah resipien dapat mengalami pembekuan atau penggumpalan dan dapat menyebabkan kematian. Oleh karena itu, dalam transfusi darah harus disesuaikan jenis golongan darah baik golongan berdasarkan ABO maupun Rhesusnya. Misalnya, kamu memiliki golongan darah A Rhesus positif, ketika kamu akan menerima transfusi darah, pilihan golongan darah yang juga golongan darah A Rhesus positif. Namun, jika tidak terdapat golongan darah A Rhesus positif, kamu dapat menerima dari golongan darah O Rhesus positif. Perhatikanlah Tabel 6.3 agar kamu dapat mengetahui golongan darah yang dapat ditransfusikan!

Tabel 6.3 Golongan Darah Resipien dan Donor

Golongan Darah Resipien	Golongan Darah Donor	
O	Pilihan pertama	O
	Pilihan kedua	-
	Pilihan ketiga	-
A	Pilihan pertama	A
	Pilihan kedua	O
	Pilihan ketiga	-
B	Pilihan pertama	B
	Pilihan kedua	O
	Pilihan ketiga	-
AB	Pilihan pertama	AB
	Pilihan kedua	A atau B
	Pilihan ketiga	O

Berdasarkan Tabel 6.3, kamu dapat mengetahui bahwa golongan darah AB dapat menerima darah dari resipien golongan darah apapun. Oleh karena itu, golongan darah AB disebut dengan resipien universal. Sebaliknya golongan darah O dapat menjadi donor bagi semua golongan darah atau golongan darah O itu sendiri. Oleh karena itu, golongan darah O disebut sebagai donor universal.

Meskipun secara teorinya golongan darah AB dapat menerima dari semua golongan darah, akan tetapi pada praktiknya tim medis selalu mengusahakan golongan darah yang sama pada saat transfusi darah. Misalnya seseorang yang bergolongan darah AB, pada saat membutuhkan transfusi darah, akan ditransfusi oleh orang atau keluarga yang bergolongan darah AB juga.

Ayo, Kita Diskusikan

Coba diskusikan bersama kelompokmu apa saja fungsi darah selain mengangkut oksigen dan karbon dioksida!

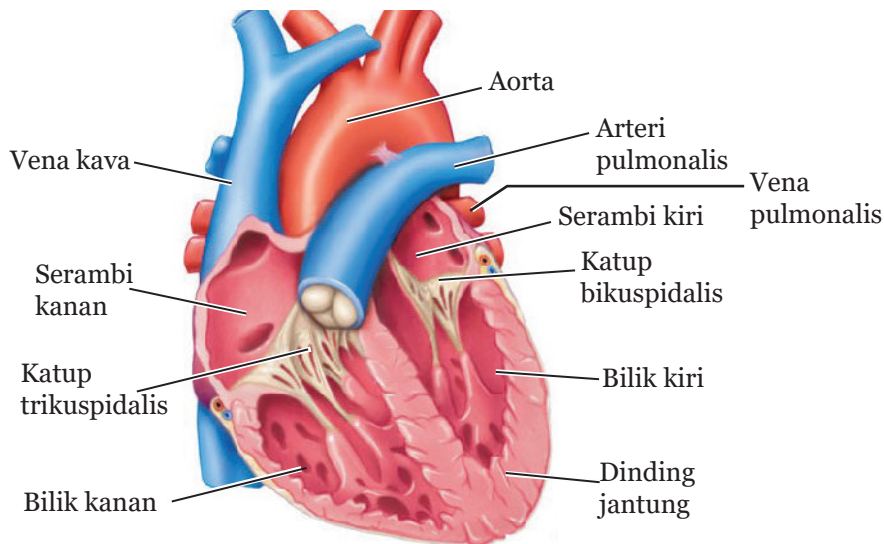
Ayo, Kita Pikirkan!

Darah dipompakan ke seluruh bagian tubuh manusia oleh suatu organ. Organ tersebut merupakan salah satu organ utama yang berperan dalam sistem peredaran darah. Organ ini berfungsi untuk memompa darah ke seluruh bagian tubuh manusia, termasuk memompa darah ke seluruh ruangan yang ada pada organ tersebut. Jika kalian ingin merasakan kerja dari organ tersebut, coba sekarang pegang dada kalian. Apa yang dapat kalian rasakan? Adakah bagian yang berdenyut? Tahukah kalian, apa nama organ tersebut?

2. Jantung dan Pembuluh Darah

a. Jantung

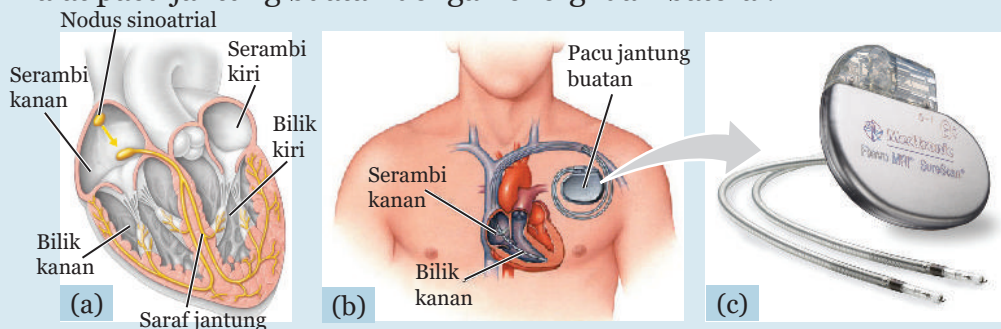
Darah dapat mengalir ke seluruh tubuh karena di dalam tubuh kita terdapat organ yang berperan sebagai pemompa darah yang disebut dengan jantung. Perhatikan Gambar 6.6! Jantung terdiri atas 4 ruangan, yaitu serambi (atrium) kiri dan serambi (atrium) kanan serta bilik (ventrikel) kiri dan bilik (ventrikel) kanan. Serambi jantung terletak pada bagian atas, sedangkan bilik jantung terletak di sebelah bawah. Darah dari seluruh tubuh, akan masuk pertama kali ke serambi kanan, sehingga darah dalam serambi kanan banyak mengandung CO_2. Dari serambi kanan, darah akan melewati katup trikuspidalis menuju bilik kanan. Katup ini berfungsi agar darah tidak dapat kembali ke serambi kanan. Darah yang ada dalam bilik kanan, dipompa oleh bilik kanan melewati arteri pulmonalis menuju paru-paru agar CO_2 dalam darah terlepas dan terjadi pengikatan O_2.

Darah dari paru-paru mengalir melalui vena pulmonalis menuju serambi kiri, sehingga darah dalam serambi kiri banyak mengandung O_2. Darah dari serambi kiri turun melalui katup bikuspidalis menuju bilik kiri. Bilik kiri akan memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh aorta. Perhatikan kembali Gambar 6.6! Melalui gambar tersebut kamu dapat melihat bahwa dinding bilik kiri lebih tebal dibandingkan bagian jantung yang lain. Mengapa demikian? Coba hubungkan dengan fungsi bilik kiri!

Sumber: Reece *et al*. 2012

Gambar 6.6 Bagian-bagian Jantung

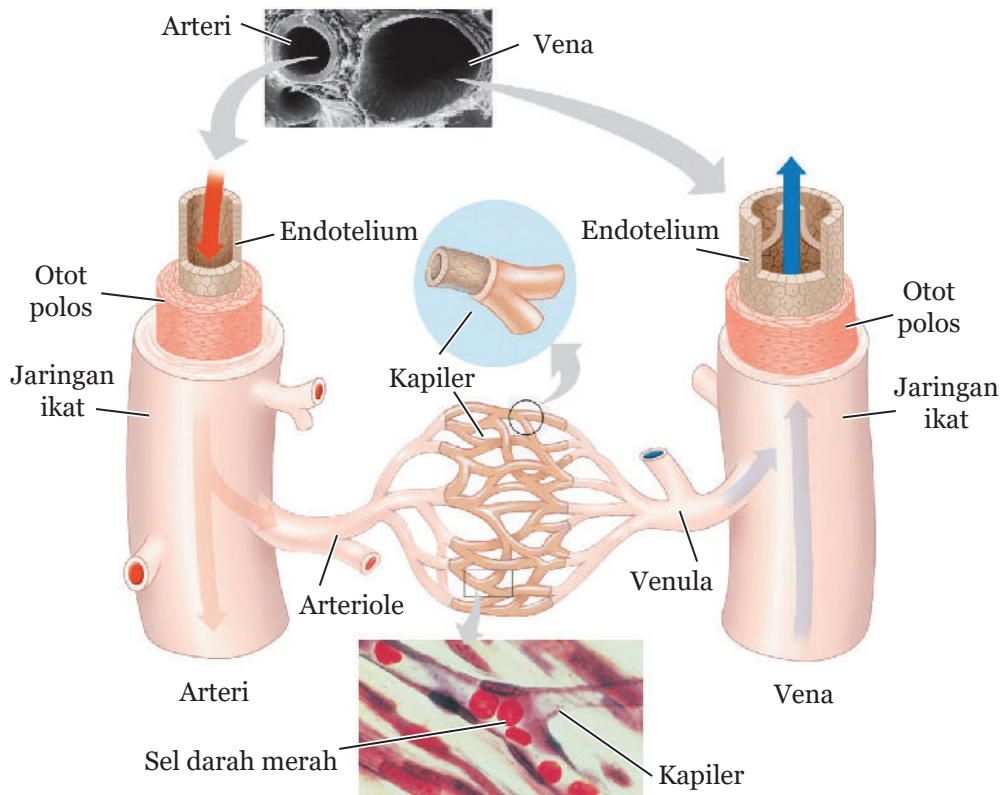
Pernahkah kamu berpikir mengapa jantung dapat berdenyut secara otomatis tanpa perlu kamu perintah sehingga meskipun kamu tertidur jantungmu tetap berdenyut? Coba renungkan, apa yang akan terjadi jika untuk setiap berdenyut kamu harus memerintah jantung berdenyut, seperti halnya ketika kamu memerintahkan kaki ketika akan berjalan! Tentu jika jantung harus berdenyut berdasarkan perintahmu, saat kamu tertidur jantung akan berhenti berdenyut sehingga tidak dapat memompa darah ke seluruh tubuh. Hal ini mengakibatkan sel-sel tubuh tidak mendapat pasokan O_2, nutrisi, dan zat-zat sisa metabolismenya tidak dapat diangkut oleh darah. Apa yang akan terjadi jika demikian? Maha Besar Tuhan yang telah merancang kerja jantung secara otomatis. Tentu kamu wajib bersyukur atas karunia yang telah diberikan Tuhan ini. Coba renungkan, apa yang harus kamu lakukan untuk mensyukuri karunia tersebut?

Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bagaimana Tuhan merancang jantung dapat bekerja secara otomatis? Jantung memiliki dinding yang tersusun atas otot-otot jantung. Berbeda dengan otot rangka, otot jantung memang memiliki kemampuan untuk berkontraksi secara tak sadar (otonom) karena dikendalikan oleh sistem saraf otonom. Di dalam jantung terdapat saraf khusus yang disebut dengan pacu jantung (*pacemaker*) yang diperankan oleh nodus sinoatrial. Pacu jantung inilah yang berperan dalam pengaturan irama detak jantung. Perhatikan Gambar 6.7! Pada beberapa orang, pacu jantung mengalami gangguan sehingga tidak dapat mengatur irama detak jantung dengan normal, sehingga ilmuwan telah mengembangkan alat pacu jantung buatan dengan energi dari baterai.

Sumber:(a) Marieb *et al*. 2012, (b) drugline.org, (c) corporate-ir.net

Gambar 6.7 (a) Pacu Jantung, Nodus Sinoatrial, (b) Pacu Jantung yang Dipasang pada Tubuh Seseorang, (c) Alat Pacu Jantung

b. Pembuluh Darah

Pembuluh darah dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan pembuluh kapiler (Gambar 6.8). Arteri merupakan pembuluh darah yang mengalirkan darah keluar jantung, sedangkan vena mengalirkan darah masuk ke dalam jantung. Arteri berisi darah yang mengandung oksigen, kecuali pembuluh arteri pulmonalis. Vena berisi darah yang banyak mengandung karbon dioksida, kecuali vena pulmonalis. Ujung arteri dan vena bercabang-cabang menjadi pembuluh-pembuluh kecil yang disebut pembuluh kapiler. Pada pembuluh kapiler inilah terjadi pertukaran gas oksigen dan gas karbon dioksida antara darah dengan jaringan tubuh.

Sumber: Reece *et al*. 2012

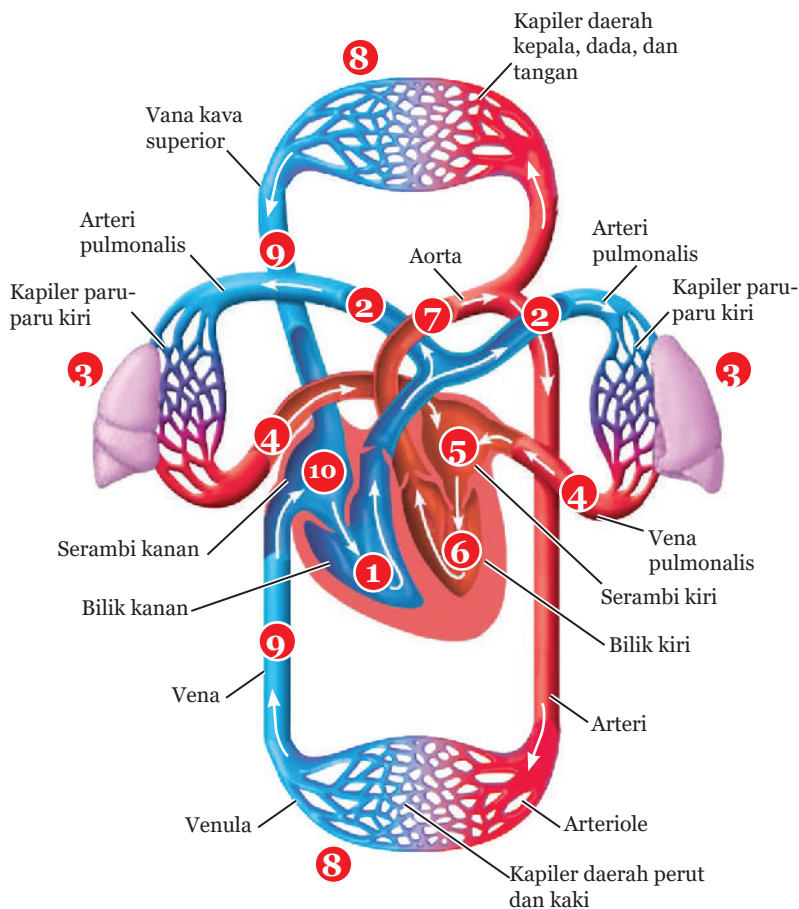
Gambar 6.8 Pembuluh Darah

Tahukah kamu perbedaan antara pembuluh arteri dan vena? Agar kamu dapat dengan mudah memahaminya, coba perhatikan Tabel 6.4!

Tabel 6.4 Perbedaan Pembuluh Arteri dan Vena

Pembeda	Pembuluh Nadi (Arteri)	Pembuluh Balik (Vena)
Tempat	Agak tersembunyi di dalam tubuh	Dekat dengan permukaan tubuh, tampak kebiru-biruan
Dinding Pembuluh	Tebal, kuat, elastis	Tipis dan tidak elastis
Aliran Darah	Meninggalkan jantung	Menuju jantung
Denyut	Terasa	Tidak terasa
Katup	Satu pada pangkal jantung	Banyak di sepanjang pembuluh
Darah yang Keluar	Darah memancar	Darah tidak memancar

C. Peredaran Darah pada Manusia

Peredaran darah manusia termasuk peredaran darah tertutup karena darah selalu beredar di dalam pembuluh darah. Setiap beredar, darah melewati jantung dua kali sehingga disebut peredaran darah ganda. Pada peredaran darah ganda tersebut dikenal peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Peredaran darah kecil merupakan peredaran darah yang dimulai dari jantung (bilik kanan) menuju ke paru-paru kemudian kembali lagi ke jantung (serambi kiri). Perhatikan Gambar 6.9 pada nomor 1 sampai 5! Peredaran darah besar adalah peredaran darah dari jantung (bilik kiri) ke seluruh tubuh kemudian kembali ke jantung lagi (serambi kanan). Perhatikan Gambar 6.9 pada nomor 6 sampai 10!

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 6.9 Peredaran Darah Manusia

D. Frekuensi Denyut Jantung

Apakah kamu pernah menghitung denyut jantungmu? Berapa kali jantung berdenyut setiap menitnya? Apakah jumlah denyut jantung antara laki-laki dan perempuan berbeda? Apakah aktivitas memengaruhi jumlah denyut jantung? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.2 Menyelidiki Faktor-faktor yang Memengaruhi Frekuensi Denyut Jantung

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. *Stopwatch*

Apa yang harus kalian lakukan?

Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang. Tentukan di antara anggota kelompokmu siapa yang akan menghitung denyut nadi, siapa yang memerhatikan *stopwatch*, dan yang akan melakukan beberapa aktivitas. Bekerja samalah dengan baik bersama teman satu kelompokmu dalam melakukan pembagian tugas!

Kegiatan I

1. Mintalah temanmu untuk duduk dengan tenang selama 1 menit.
2. Temukan denyut nadi pada pergelangan tangan temanmu. Gunakan jari telunjuk dan jari tengah untuk menemukannya. Agar kamu mengetahuinya, perhatikan Gambar 6.10!
3. Hitung denyut nadi temanmu selama 1 menit. Selanjutnya catatlah hasilnya pada Tabel 6.5. Lakukan penghitungan dengan cermat dan teliti agar data yang kamu peroleh benar.
4. Ulangi langkah 1-3, tetapi kegiatan tersebut dilakukan setelah temanmu duduk dengan tenang selama 2 menit.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.10 Menghitung Frekuensi Denyut Jantung

Kegiatan II

1. Mintalah temanmu untuk berjalan santai selama 1 menit. Setelah itu mintalah temanmu untuk duduk.
2. Temukan denyut nadi pada pergelangan tangan temanmu.
3. Hitung denyut nadinya selama 1 menit. Selanjutnya catatlah hasilnya pada Tabel 6.5. Lakukan penghitungan dengan cermat dan teliti agar data yang kamu peroleh benar.
4. Ulangi langkah 1-3, tetapi kegiatan tersebut dilakukan setelah temanmu berjalan santai selama 2 menit.

Kegiatan III

1. Mintalah temanmu untuk berlari-lari kecil selama 1 menit. Setelah itu mintalah temanmu untuk duduk.
2. Temukan denyut nadi pada pergelangan tangan temanmu.
3. Hitung denyut nadinya selama 1 menit. Selanjutnya catatlah hasilnya pada Tabel 6.5. Lakukan penghitungan dengan cermat dan teliti agar data yang kamu peroleh benar.
4. Ulangi langkah 1-3, tetapi kegiatan tersebut dilakukan setelah temanmu berlari kecil selama 2 menit.

Tabel 6.5 Frekuensi Nadi Jantung pada Beberapa Aktivitas Fisik dengan Intensitas yang Berbeda

Nama Siswa	Jenis dan Intensitas Aktivitas					
	Duduk Tenang		Berjalan Santai		Berlari Kecil	
	1 Menit	2 Menit	1 Menit	2 Menit	1 Menit	2 Menit
Siswa laki-laki						
Siswa perempuan						
Rata-rata						

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Mengapa kita dapat menghitung denyut jantung dengan cara menghitung denyut nadi? Apakah frekuensi denyut jantung sama dengan denyut nadi?
2. Pada saat duduk tenang, manakah yang lebih tinggi frekuensi denyut jantung laki-laki atau perempuan? Menurutmu mengapa demikian?

3. Manakah di antara kegiatan berjalan selama 1 menit dan berlari selama 1 menit yang menyebabkan frekuensi denyut jantung paling tinggi? Mengapa demikian?
4. Manakah di antara kegiatan berlari selama 1 menit dan berlari selama 2 menit yang menyebabkan frekuensi denyut jantung paling tinggi? Mengapa demikian?
5. Menurutmu apakah jenis kelamin, jenis dan intensitas dalam beraktivitas memengaruhi frekuensi denyut jantung? Jelaskan!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan hasil penyelidikan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa saja yang dapat kamu simpulkan?

Apa yang harus kamu lakukan selanjutnya?

Setelah selesai melakukan penyelidikan, buatlah artikel tentang hasil penyelidikamu! Selanjutnya, kamu dapat menempelkan artikelmu di majalah dinding kelas.

Berdasarkan Aktivitas 6.2 kamu telah mengetahui bahwa ada beberapa faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung di antaranya adalah jenis kelamin dan aktivitas tubuh, dan beberapa hal berikut.

1) Kegiatan atau Aktivitas Tubuh

Orang yang melakukan aktivitas memerlukan lebih banyak sumber energi berupa glukosa dan oksigen dibandingkan dengan orang yang tidak melakukan aktivitas seperti duduk santai atau tiduran. Untuk memenuhi kebutuhan sumber energi dan oksigen tersebut, jantung harus memompa darah lebih cepat.

2) Jenis Kelamin

Pada umumnya perempuan memiliki frekuensi denyut jantung yang lebih tinggi daripada laki-laki. Pada kondisi normal, denyut jantung perempuan berkisar antara 72-80 denyutan/menit, sedangkan denyut jantung laki-laki berkisar antara 64-72 denyutan/menit.

3) Suhu Tubuh

Semakin tinggi suhu tubuh maka semakin cepat frekuensi denyut jantung. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan proses metabolisme, sehingga diperlukan peningkatan pasokan O_2 dan pengeluaran CO_2.

4) Umur

Pada janin, denyut jantung dapat mencapai 140-160 denyutan/ menit. Semakin bertambah umur seseorang, semakin rendah frekuensi denyut jantung. Hal ini berhubungan erat dengan makin berkurangnya proporsi kebutuhan energinya.

5) Komposisi Ion

Berdenyutnya jantung secara normal, tergantung pada keseimbangan komposisi ion di dalam darah. Ketidakseimbangan ion, dapat menyebabkan bahaya bagi jantung.

Ayo, Kita Diskusikan

Rerata maksimal detak jantung seseorang berkaitan dengan usianya sehingga dapat dirumuskan:

Rerata maksimal detak jantung = 220 – usia

Penelitian terbaru saat ini menemukan rumus terbaru hasil modifikasi dari rumus di atas yakni:

Rerata maksimal detak jantung = 208 – (0, 7 × usia)

Pertanyaan:

Sebuah artikel mengatakan bahwa penggunaan rumus terbaru ternyata berbeda jauh dengan rumus yang lama dalam mengukur detak jantung seseorang. Perbedaannya adalah jika akan mengukur detak jantung anak muda maka akan terjadi penurunan yang tajam dan jika akan mengukur detak jantung orangtua akan terjadi kenaikan yang tajam pula. Menurutmu, pada usia berapakah tidak ada perbedaan sama sekali dari penggunaan kedua rumus tersebut?

B. Gangguan atau Kelainan pada Sistem Peredaran Darah dan Upaya untuk Mencegah serta Menanggulanginya

Ayo, Kita Pelajari

- Gangguan pada sistem peredaran darah
- Upaya untuk mencegah atau menanggulanginya

Istilah Penting

- *Stroke*
- Varises
- Hemofilia
- Anemia

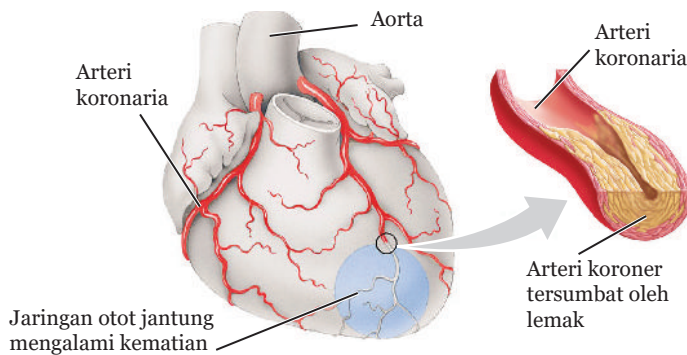
Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami berbagai gangguan pada sistem peredaran darah, penyebabnya, dan upaya untuk mencegah atau menanggulanginya. Sehingga, kamu dapat memulai untuk membiasakan pola hidup sehat agar sistem peredaran darahmu terjaga.

Pernahkah kalian mendengar seseorang yang terkena serangan jantung atau penyakit *stroke*? Serangan jantung dan penyakit *stroke* adalah peristiwa yang terjadi karena adanya gangguan pada sistem peredaran darah. Apakah ada gangguan lain yang terjadi pada sistem peredaran darah? Bagaimana cara mencegah dan mengatasi gangguan tersebut? Agar kamu dapat memahaminya, ayo, perhatikan penjelasan berikut ini!

1. Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kematian, baik di negara maju maupun negara berkembang. Tahukah kamu apa yang menjadi penyebab terjadinya penyakit jantung koroner? Penyakit jantung koroner terjadi jika arteri koronaria tidak dapat menyuplai darah yang cukup ke otot-otot jantung. Arteri koronaria merupakan pembuluh darah yang menyuplai nutrisi dan oksigen ke otot-otot jantung. Kondisi ini dapat terjadi karena arteri koronaria tersumbat oleh lemak atau kolesterol. Perhatikan Gambar 6.11!

Jika otot-otot jantung tidak mendapatkan nutrisi dan oksigen, maka otot jantung tidak dapat berkontraksi, sehingga jantung tidak dapat berdenyut. Gejala dari penyakit jantung koroner antara lain dada terasa sakit, sakit pada bagian lengan dan punggung, napas pendek dan kepala pusing.

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 6.11 Penyumbatan pada Arteri Koroner

Nah, bagaimana cara mencegah terjadinya penyakit jantung koroner? Agar kamu memahaminya perhatikanlah penjelasan berikut ini.

a. Melakukan Olahraga dan Istirahat yang Teratur

Menjaga kesehatan jantung dapat dilakukan dengan berolahraga secara teratur. Berolahraga tidak harus berat yang terpenting adalah teratur. Kamu dapat melakukan olahraga ringan seperti berlari kecil ataupun hanya berjalan. Apabila kamu ingin melakukan olahraga yang berat, misalnya bulu tangkis, basket, sepak bola, dan olahraga lainnya, maka sebaiknya diawali dengan melakukan pemanasan. Pemanasan membuat kecepatan denyut jantung bertambah secara bertahap.

Selain berolahraga dengan teratur, untuk menjaga kesehatan jantung diperlukan istirahat yang teratur. Istirahat dapat dilakukan dengan duduk santai ataupun tidur. Saat ini banyak orang yang begadang di malam hari, padahal begadang tidak baik bagi kesehatan. Oleh karena itu, sebaiknya kita tidak begadang apalagi jika begadang tersebut adalah untuk melakukan aktivitas yang tidak bermanfaat.

b. Menjaga Pola Makan Sehari-hari

Menjaga kesehatan sistem peredaran darah dapat dilakukan dengan menjaga pola makan sehari-hari. Menjaga pola makan dapat dilakukan dengan makan secara teratur, menyesuaikan jumlah kalori yang masuk ke tubuh sesuai dengan kebutuhan, serta menyeimbangkan komposisi nutrisi. Nah, masih ingatkah kamu cara menghitung kalori makanan yang terdapat pada bab sistem pencernaan? Untuk menjaga kesehatan jantung sebaiknya banyak mengonsumsi sayuran, buah-buahan, biji-bijian, serta makanan berserat lainnya. Sebaiknya kurangi

mengonsumsi daging, makanan camilan, dan makanan yang banyak mengandung lemak atau kolesterol. Jenis makanan tersebut dapat meningkatkan jumlah kolesterol pada darah.

c. Menghindari Minuman Beralkohol

Tentu kalian sudah sering mendengar bahaya mengonsumsi minuman beralkohol. Tahukah kamu, apa bahaya mengonsumsi minuman beralkohol bagi kesehatan sistem peredaran darah? Minuman beralkohol dapat memicu terjadinya gangguan pada sistem peredaran darah. Semakin banyak mengonsumsi alkohol maka risiko terjadinya penyakit jantung semakin tinggi. Oleh karena itu, hindari minuman beralkohol agar tidak terserang penyakit jantung.

d. Menghentikan Kebiasaan Merokok

Tahukah kamu mengapa rokok dapat menyebabkan gangguan pada sistem peredaran darah? Pada seseorang yang merokok, asap rokok akan merusak dinding pembuluh darah. Kemudian nikotin yang terkandung dalam asap rokok akan merangsang hormon adrenalin yang akibatnya akan mengubah metabolisme lemak. Hormon adrenalin akan memacu kerja jantung. Selain itu, merokok menyebabkan elastisitas pembuluh darah berkurang, sehingga meningkatkan pengerasan pembuluh darah arteri dan meningkatkan faktor pembekuan darah yang memicu penyakit jantung dan *stroke*. Perokok mempunyai peluang terkena *stroke* dan jantung koroner sekitar dua kali lipat lebih tinggi dibanding dengan bukan perokok. Oleh karena itu, jangan meremehkan keberadaan asap rokok, karena asap rokok dapat menjadi penyebab penyakit jantung koroner dan gangguan pada pembuluh darah.

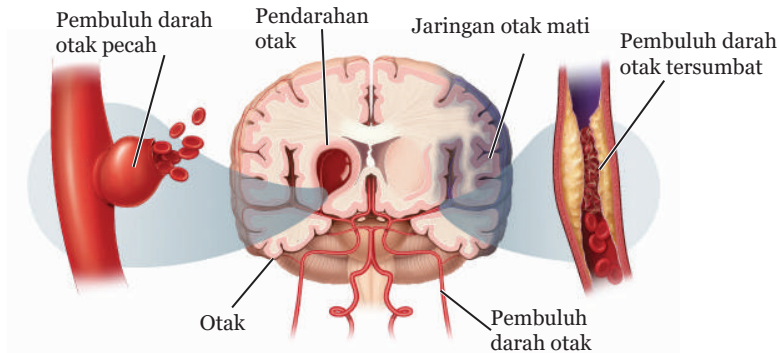
e. Menghindari Stres Berlebih

Menghindari stres yang berlebihan termasuk cara mencegah penyakit jantung. Stres berlebih dapat menyebabkan naiknya tekanan darah dan meningkatnya denyut jantung. Kondisi ini akan menyebabkan kerusakan dinding pembuluh darah. Oleh karena itu, hindarkan diri kita dari stres.

f. Menjaga Berat Badan dalam Kondisi Ideal

Mengapa kita harus menjaga berat badan agar tetap dalam kondisi ideal? Berat badan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan terjadinya obesitas. Obesitas dapat meningkatkan risiko terkena serangan *stroke* sebesar 15%. Obesitas dapat menyebabkan terjadinya hipertensi dan penyakit jantung.

2. *Stroke*

Stroke merupakan suatu penyakit yang terjadi karena kematian pada jaringan di otak yang disebabkan karena kurangnya asupan oksigen di otak. Hal ini terjadi karena pembuluh darah pada otak tersumbat oleh lemak atau kolesterol ataupun salah satu pembuluh darah di otak pecah. Perhatikan Gambar 6.12!

Sumber: fescenter.org

Gambar 6.12 Penyumbatan Arteri dalam Otak oleh Lemak

Bagaimana cara mencegah agar kita terhindar dari serangan *stroke*? Karena penyebab penyakit *stroke* sama dengan penyebab penyakit jantung, maka usaha yang dapat kita lakukan untuk mengurangi risiko terkena *stroke* juga sama dengan usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko terkena penyakit jantung koroner. Nah, apa yang harus kamu lakukan jika tiba-tiba kamu menjumpai seseorang yang mengalami gejala serangan *stroke*? Langkah penting yang harus kamu lakukan adalah mencari pertolongan agar penderita dapat segera dibawa ke rumah sakit atau unit kesehatan lainnya agar penderita segera mendapatkan penanganan medis.

3. Varises

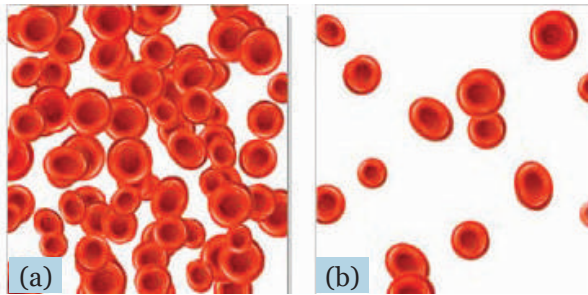
Varises adalah suatu keadaan di mana pembuluh darah balik (vena) mengalami pelebaran dan terpuntir. Gangguan ini biasanya terjadi di daerah kaki. Perhatikan Gambar 6.13!

Sumber: webmd.com

Gambar 6.13 Pelebaran Vena pada Kaki

Nah, upaya apa yang dapat kamu lakukan agar terhindar dari varises? (1) Ketika kamu tidur sebaiknya tungkai dinaikkan (kurang lebih 15-20 cm). Aktivitas ini sebaiknya dilakukan setelah kamu melakukan perjalanan jauh atau melakukan aktivitas yang melelahkan. (2) Menghindari berat badan berlebih. (3) Menghindari berdiri terlalu lama. (4) Berolahraga secara teratur seperti berjalan, berenang, dan senam. (5) Menghindari memakai sepatu dengan hak tinggi. Nah, apakah selamanya kamu tidak boleh memakai sepatu dengan hak yang tinggi? Kamu tetap boleh memakai sepatu dengan hak tinggi, asalkan aktivitas yang kamu lakukan tidak terlalu berat dan dalam waktu yang lama.

4. Anemia

Anemia merupakan gangguan yang disebabkan karena kekurangan hemoglobin atau kekurangan sel darah merah. Perhatikan Gambar 6.14! Apabila kadar hemoglobin dalam darah rendah dapat menyebabkan tubuh kekurangan oksigen sehingga tubuh akan terasa lesu, kepala pusing, dan muka pucat. Anemia dapat terjadi akibat terganggunya produksi eritrosit. Kondisi ini terjadi karena tubuh kekurangan zat besi. Anemia juga dapat disebabkan karena terjadinya pendarahan yang hebat.

Sumber: pennmedcine.org

Gambar 6.14 Perbandingan Jumlah Sel Darah Merah dalam Kondisi Normal dengan Penderita Anemia

Bagi kamu yang perempuan, anemia dapat terjadi pada saat kamu sedang mengalami menstruasi. Setiap terjadi menstruasi tubuh akan kehilangan darah dalam jumlah cukup banyak, yaitu sebanyak 50 – 80 mL dan zat besi sebesar 30 – 50 mg. Oleh karena itu, agar tidak mengalami anemia, sebaiknya selama masa menstruasi kamu mengonsumsi makanan yang mengandung zat besi, mengonsumsi makanan bergizi, dan jika diperlukan mengonsumsi suplemen penambah zat besi.

5. Hipertensi dan Hipotensi

Hipertensi disebut juga tekanan darah tinggi, terjadi jika tekanan darah di atas 120/80 mmHg. Gejala penderita hipertensi antara lain sakit kepala, kelelahan, pusing, pendarahan dari hidung, mual, muntah, dan sesak napas. Hipertensi dapat disebabkan karena arteriosklerosis (pengerasan pembuluh darah), obesitas (kegemukan), kurang olahraga, stres, mengonsumsi minuman beralkohol atau yang banyak mengandung garam, lemak, dan kolesterol. Nah, bagaimana cara mengatasi hipertensi? Penderita hipertensi yang disebabkan karena obesitas harus menurunkan berat badannya, sehingga mencapai berat badan ideal, hindari mengonsumsi minuman beralkohol dan makanan berlemak dan mengandung kolesterol tinggi, berolahragalah secara teratur, hindari kebiasaan merokok, dan hindari faktor-faktor yang dapat menyebabkan stres.

Berbeda dengan hipertensi, hipotensi terjadi apabila tekanan darah kurang dari 120/80 mm Hg. Hipotensi disebut juga dengan tekanan darah rendah. Orang yang mengalami tekanan darah rendah umumnya akan mengeluhkan keadaan sering pusing, sering menguap,

penglihatan terkadang dirasakan kurang jelas (berkunang-kunang) terutama sehabis duduk lama lalu berjalan, keringat dingin, merasa cepat lelah tak bertenaga, detak/denyut nadi lemah, dan tampak pucat. Nah, bagaimana cara mengatasi hipotensi? Berikut ini ada beberapa cara untuk mengatasi hipotensi. Minum air putih dalam jumlah yang cukup banyak antara 8 hingga 10 gelas per hari, mengonsumsi minuman yang dapat meningkatkan tekanan darah, misalnya kopi, mengonsumsi makanan yang cukup mengandung garam, dan berolahraga dengan teratur.

Ayo, Kita Renungkan

Pernahkah kamu membayangkan bahwa sistem transportasi di dalam tubuh dikatakan mirip dengan sistem transportasi yang sering kita temui di jalan raya? Ada bus penumpang dan ada penumpang yang dibawa. Pada sistem transportasi di dalam tubuh, ada sel darah merah yang ditumpangi oleh sari-sari makanan dan oksigen untuk dihantarkan ke bagian-bagian tubuh yang membutuhkan. Sel darah merah dari jantung akan melalui jalan yang besar, yaitu aorta dan arteri. Semakin jauh dari jantung, sel darah merah akan melalui jalan-jalan kecil, yaitu kapiler darah. Selanjutnya, sel darah merah akan kembali dengan mengangkut zat sisa metabolisme dan karbon dioksida untuk dikeluarkan dari tubuh. Ditambah lagi dengan peran sel darah putih yang siap menjaga kamu dari serangan penyakit atau virus dari luar tubuh, seperti halnya polisi lalu lintas yang senantiasa menjaga ketertiban jalan raya.

Tuhan menciptakan sistem transportasi yang sangat rumit dengan ukuran yang sangat kecil di dalam tubuhmu. Sistem transportasi di tubuhmu bekerja selama 24 jam tanpa henti bahkan saat kamu tidur lelap. Sungguh Tuhan telah menciptakan darah dan sistem peredaran darah dengan sangat kompleks dan sempurna. Oleh karena itu, hendaknya kita selalu bersyukur kepada Tuhan atas anugerah berupa darah dan sistem peredaran darah yang diberikan kepada kita. Salah satu cara mensyukuri anugerah Tuhan adalah dengan selalu menjaga kesehatan sistem peredaran darah. Nah, apakah kamu sudah melakukan upaya-upaya agar sistem peredaran darahmu selalu sehat? Apa yang dapat kamu lakukan

untuk mengatasi gangguan atau kelainan yang terjadi pada sistem peredaran darahmu? Jawablah pertanyaan/pernyataan dengan memberi centang (√) pada Tabel 6.6 di kolom "ya" atau "tidak".

Tabel 6.6 Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Sistem Peredaran Darah Manusia

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu senantiasa bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan anugerah kepada kita berupa darah dan sistem peredaran darah?		
2	Apakah kamu rajin melakukan olahraga untuk menjaga kesehatan sistem peredaran darah?		
3	Apakah kamu lebih suka mengonsumsi buah dan sayur daripada makanan yang berlemak?		
4	Apakah kamu suka begadang sampai larut malam untuk menonton televisi?		
5	Apakah kamu menjaga berat badan agar tetap ideal, karena kegemukan dapat menyebabkan hipertensi?		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban "ya" mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban "tidak" mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 3 : berarti kamu tidak peduli pada sistem peredaran darahmu.
- Skor 4 - 6 : berarti kamu kurang peduli pada sistem peredaran darahmu.
- Skor 7 - 10 : berarti kamu peduli pada sistem peredaran darahmu.

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli terhadap sistem peredaran darah, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulianmu terhadap sistem peredaran darahmu.

Info Tokoh

1213-1288 M

Ibnu Nafis

Pertama kali menjelaskan peredaran darah pada manusia

1578-1657 M

William Harvey

Menjelaskan fungsi jantung dalam memompa darah ke seluruh tubuh

1868–1943 M

Karl Landsteiner

Darah manusia terbagi menjadi 4 kelompok yang sekarang dikenal dengan golongan darah O, A, B, dan AB

Wilson Greatbatch

1919-2011 M

Penemu alat pacu jantung implan

1919-2011 M

Linus Pauling

Penemu penyakit talasemia

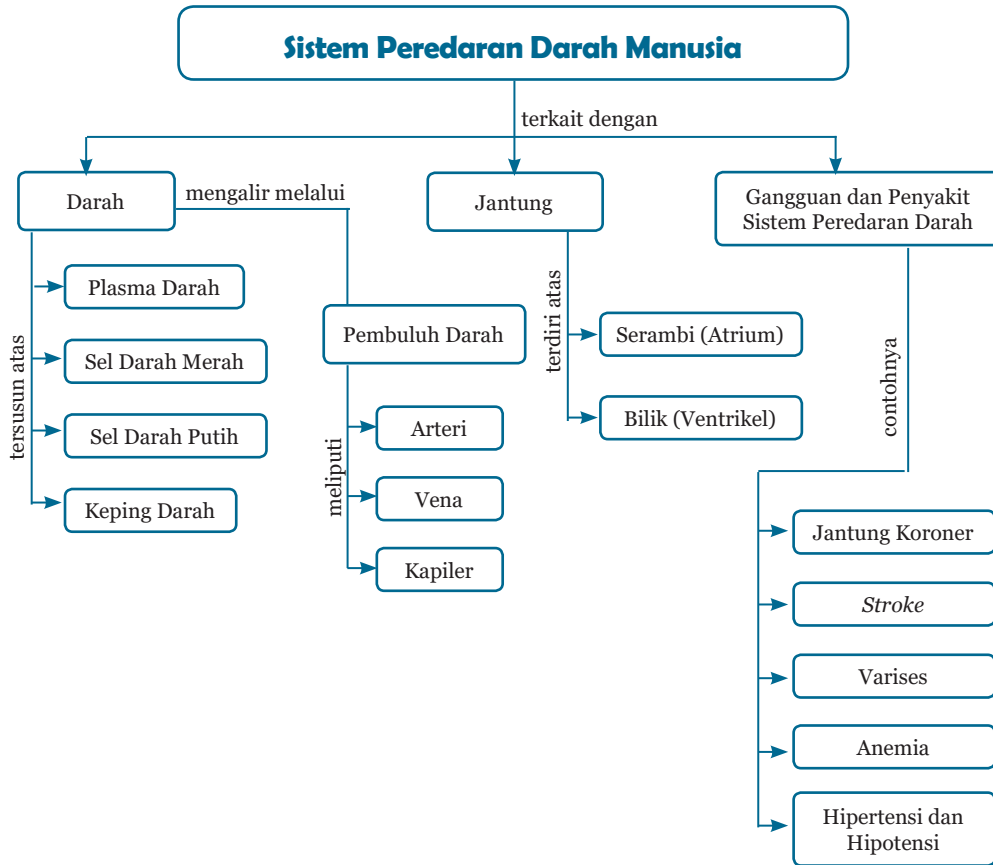
Rangkuman

1. Darah merupakan jaringan pengikat yang berwujud cair dan tersusun atas dua komponen utama yaitu plasma dan elemen seluler, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit).
2. Plasma darah tersusun atas 91,5% air (H_2O) dan 8,5% zat-zat terlarut. Zat-zat terlarut tersebut tersusun atas protein (albumin, fibrinogen, dan globulin) dan zat-zat lain (sari makanan, mineral, hormon, antibodi, dan zat sisa metabolisme).
3. Hemoglobin dalam eritrosit berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke sel-sel seluruh tubuh dalam bentuk oksihemoglobin dan mengangkut karbon dioksida dari sel-sel tubuh ke paru-paru dalam bentuk karbaminohemoglobin.
4. Sel darah putih berfungsi untuk melawan kuman/bibit penyakit yang masuk ke dalam tubuh, baik melalui fagositosis maupun dengan membentuk antibodi.
5. Keping darah berfungsi untuk proses pembekuan darah saat terjadinya luka.
6. Darah dapat dikelompokkan berdasar sistem ABO, sistem Rhesus (Rh), dan sistem MN. Sistem ABO dan Rh merupakan sistem penggolongan darah yang sering digunakan.
7. Jantung berfungsi untuk memompa darah. Jantung terdiri atas 4 ruangan, yaitu serambi (atrium) kiri dan serambi (atrium) kanan serta bilik (ventrikel) kiri dan bilik (ventrikel) kanan.
8. Pembuluh darah dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan kapiler.
9. Peredaran darah kecil dimulai dari jantung (bilik kanan) menuju ke paru-paru kemudian kembali lagi ke jantung (serambi kiri). Peredaran darah besar dimulai dari jantung (bilik kiri) menuju ke seluruh tubuh kemudian kembali ke jantung lagi (serambi kanan).
10. Faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung di antaranya adalah kegiatan atau aktivitas tubuh, jenis kelamin, suhu tubuh, umur, dan komposisi ion.
11. Gangguan pada sistem peredaran darah antara lain: jantung koroner, *stroke*, varises, anemia, hipotensi, dan hipertensi.

Bagan Konsep

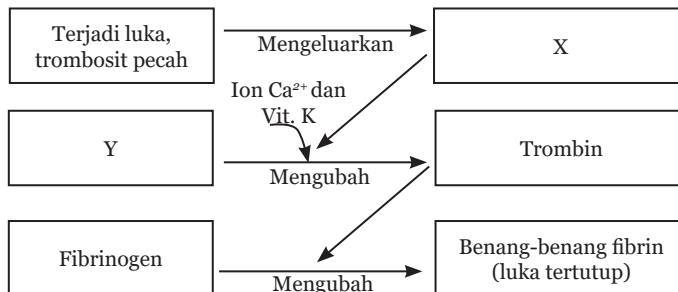
Sistem Peredaran Darah Manusia

terkait dengan:

- **Darah**
  - tersusun atas:
    - Plasma Darah
    - Sel Darah Merah
    - Sel Darah Putih
    - Keping Darah
  - mengalir melalui: **Pembuluh Darah**
    - meliputi:
      - Arteri
      - Vena
      - Kapiler
- **Jantung**
  - terdiri atas:
    - Serambi (Atrium)
    - Bilik (Ventrikel)
- **Gangguan dan Penyakit Sistem Peredaran Darah**
  - contohnya:
    - Jantung Koroner
    - *Stroke*
    - Varises
    - Anemia
    - Hipertensi dan Hipotensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Pernyataan yang tepat tentang ciri-ciri komponen penyusun darah adalah ....
   A. leukosit tidak memiliki inti sel, selnya memiliki bentuk yang tidak tetap atau bersifat ameboid
   B. eritrosit memiliki inti sel, selnya berbentuk bulat pipih dan bagian tengahnya cekung (bikonkaf)
   C. plasma darah adalah cairan darah yang di dalamnya terdapat protein plasma dan zat terlarut lainnya
   D. trombosit memiliki inti sel dan bergranula, bentuk selnya beraneka ragam, bulat, oval, dan memanjang
2. Pernyataan yang benar tentang sel darah putih adalah ....
   A. leukosit jenis granulosit terdiri atas limfosit dan monosit, sedangkan leukosit jenis agranulosit terdiri atas eosinofil, basofil, dan netrofil
   B. monosit terdiri atas sel T dan sel B, kedua sel tersebut berfungsi untuk imunitas dan kekebalan tubuh
   C. basofil memiliki granula berwarna biru dan memiliki fungsi pada reaksi alergi, terutama infeksi cacing
   D. fungsi utama dari sel darah putih adalah melawan kuman/bibit penyakit yang masuk ke dalam tubuh dan membentuk antibodi
3. Oksigen dalam darah akan diangkut oleh ....
   A. eritrosit
   B. leukosit
   C. trombosit
   D. plasma darah
4. Pernyataan yang tepat tentang transfusi darah agar tidak terjadi penggumpalan darah pada resipien adalah ....
   A. resipien yang memiliki golongan darah A dapat menerima darah dari golongan A dan AB
   B. resipien yang memiliki golongan darah B dapat menerima darah dari golongan B dan AB

C. resipien yang memiliki golongan darah AB dapat menerima darah dari semua golongan
D. resipien yang memiliki golongan darah O dapat menerima darah dari golongan O dan AB

5. Perhatikan diagram proses pembekuan darah di bawah ini!

Berdasarkan diagram di atas, X dan Y secara berturut-turut adalah ....
A. trombokinase/tromboplastin dan fibrin
B. fibrinogen dan trombokinase/tromboplastin
C. trombokinase/tromboplastin dan fibrinogen
D. trombokinase/tromboplastin dan protrombin

6. Perhatikan kelainan-kelainan berikut.

(1) Hipertensi	(4) Arteriole
(2) Hipotensi	(5) Anemia
(3) Buta warna	(6) *Stroke*

Yang merupakan gangguan yang terjadi pada sistem peredaran darah terdapat pada nomor ....
A. (1), (2), (3), dan (4)
B. (1), (2), (4), dan (5)
C. (1), (2), (4), dan (6)
D. (1) , (2), (5), dan (6)

7. Urutan peredaran darah yang benar adalah ....
A. seluruh tubuh – serambi kiri – bilik kiri – paru-paru – serambi kanan – bilik kanan – seluruh tubuh
B. seluruh tubuh – bilik kanan – serambi kanan – paru-paru – bilik kiri – serambi kiri – seluruh tubuh.
C. seluruh tubuh – bilik kiri – serambi kiri – paru-paru – bilik kanan – serambi kanan – seluruh tubuh.
D. seluruh tubuh – serambi kanan – bilik kanan – paru-paru – serambi kiri – bilik kiri – seluruh tubuh

8. Pembuluh darah yang kaya dengan oksigen berasal dari paru-paru dan masuk ke serambi kiri adalah ....
   A. aorta
   B. vena pulmonalis
   C. arteri pulmonalis
   D. vena kava superior
9. Tabel perbedaan pembuluh darah berikut ini yang benar adalah ....

	Pembuluh Nadi (Arteri)	Pembuluh Balik (Vena)
A.	Mengalirkan darah ke luar jantung	Mengalirkan darah menuju ke jantung
B.	Jika terkena luka darah tidak akan memancar	Jika terkena luka darah akan ke luar memancar
C.	Umumnya darah kaya akan karbon dioksida (CO_2)	Umumnya darah kaya akan oksigen (O_2)
D.	Mempunyai katup sepanjang pembuluh darah	Hanya mempunyai satu katup

10. Pak Beni menderita sakit jantung. Berikut ini saran yang paling tepat diberikan kepada Pak Beni adalah ....
    A. Pak Beni harus mengurangi konsumsi minuman beralkohol dan mengurangi rokok
    B. Pak Beni harus berolahraga dengan keras untuk melatih kekuatan otot jantung
    C. Pak Beni harus menjaga pola makan dengan menghindari makanan yang berlemak
    D. Pak Beni harus mengonsumsi makanan bergizi tinggi serta tidak lupa mengonsumsi obat

B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Salah satu fungsi darah adalah mengangkut oksigen dan karbon dioksida. Ternyata, masih ada banyak fungsi darah yang lainnya. Sebutkanlah fungsi darah yang lainnya!
2. Mengapa jumlah sel darah merah orang yang tinggal di dataran tinggi (pegunungan) lebih banyak daripada orang yang tinggal di dataran rendah (pantai)? Ingat bahwa pada daerah dataran tinggi tekanan udara dan kadar oksigennya lebih rendah apabila dibandingkan dengan dataran rendah.
3. Jelaskan proses peredaran darah yang terjadi pada tubuh!
4. Bu Lani pergi ke dokter untuk melakukan pengecekan tekanan darahnya. Setelah dilakukan pengukuran tekanan darah, dokter

mengatakan bahwa tekanan darah bu Lani pada saat itu adalah 110/90. Jelaskan maksud dari hasil pengukuran tekanan darah tersebut! Tuliskan jawabanmu dengan mengaitkan tekanan darah dengan kondisi pembuluh darah pada saat itu.

5. Mengapa sebaiknya seseorang itu tidak merokok? Hubungkan dengan gangguan pada sistem peredaran darah!

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Membuat Model Sistem Peredaran Darah

- **Permasalahan**

Pada kegiatan ini, kamu akan membuat model sistem peredaran darah. Kamu dapat menentukan sendiri alat dan bahan yang akan kamu gunakan untuk membuat model serta langkah kerja untuk membuat model tersebut.

- **Perencanaan**

Buatlah rancangan untuk membuat model sistem peredaran darah. Hal yang harus tercantum dalam rancanganmu antara lain alat dan bahan yang kamu perlukan, langkah kerja untuk membuat model ini dan jadwal kegiatan

Lakukan kegiatan ini bersama dengan teman satu kelompokmu. Satu kelompok dapat terdiri atas 5-6 orang. Setelah selesai membuat perencanaan, konsultasikan perencanaan yang telah kamu rancang kepada guru atau orangtuamu.

- **Pelaksanaan**

Siapkan alat dan bahan yang kamu butuhkan untuk membuat model sistem peredaran darah. Buatlah model sistem peredaran darah sesuai dengan rancangan kegiatan yang telah kamu susun.

Lakukan kegiatan ini dengan teliti dan kritis. Jangan lupa bekerja samalah dengan teman satu kelompokmu selama menyelesaikan tugas ini. Apabila kamu mengalami kesulitan, kamu dapat meminta bantuan kepada guru atau orangtuamu.

- **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa model sistem peredaran darah.
2. Presentasi model sistem peredaran darah.

Informasi Pelaku Penerbitan

Penulis 1

Nama Lengkap : Prof. Dr. Siti Zubaidah, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341-588077/081334435234
E-mail : siti.zubaidah.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang 5 Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2015–sekarang: Koordinator Program Studi S2-S3 Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  2. 2012–2015: Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Bidang Pendidikan (LP2M) Universitas Negeri Malang.
  3. 2004–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  4. 1993–Sekarang: Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Hama dan Penyakit Tanaman-Universitas Brawijaya Malang (2001-2004).
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998).
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1987-1992).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
  3. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-4) (2014).
  4. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-2) (2014).
  5. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-3) (2013).
  6. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-1) (2013).
  7. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-2) (2012).
  8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-1) (2011).
  9. Model-Model Pembelajaran Inovatif. (Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan) (2007).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

Penelitian di Bidang Biologi:

1. Uji Multilokasi Galur-galur Kedelai untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2015).
2. Seleksi Galur-galur Kedelai Generasi F5 untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2012).
3. Karakterisasi Morfologi, Anatomi, dan Agronomi Plasma Nutfah Kedelai untuk Pembentukan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2011).
4. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun II) (2010).
5. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun I) (2009).
6. Konfirmasi CVPD Berbasis PCR pada Tanaman Jeruk Bergejala Klorosis di Poncokusumo Jawa Timur (2009).
7. Uji Kemampuan Antibiotik Dalam Upaya Eliminasi Bakteri CVPD pada Mata Tunas untuk Bahan Bibit Jeruk (2008).
8. Perbaikan Genetik Varietas Unggul Kedelai Berdaya Hasil Tinggi untuk Ketahanan terhadap CPMMV (*Cowpea mild Mottle Virus*) (2007).
9. Identifikasi Penanda Molekuler RAPD untuk Ketahanan Genotipe Plasma Nutfah Kedelai Terhadap CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2006).

Penelitian di Bidang Pendidikan:

1. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2015).
2. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2014).
3. Model Pendidikan Karakter Bangsa Berbasis Kearifan Lokal di Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2014).
4. Kajian *Grand Design* Pendidikan Menengah Kejuruan di Jawa Timur (2014).
5. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian Sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2014).
6. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian Sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2013).
7. Pembelajaran yang Memberdayakan Keterampilan Metakognitif, Pemahaman Konsep, dan Retensi pada Pembelajaran Biologi SMA di Malang untuk Menolong Siswa Berkemampuan Akademik Rendah (2012).
8. Pemberdayaan *Blended Learning* pada Perkuliahan Genetika di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang (2011).
9. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Malang Raya (Kota Malang, Kabupaten Malang, Kota Batu) (2011).

- **Informasi Lain:**

Siti Zubaidah, lahir di Malang, 02 Juni 1968. Menikah dan dikaruniai 3 anak. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Biologi dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru dan dosen dalam bidang pembelajaran dan penelitian. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya

dalam bidang biologi dan pendidikan biologi serta pembelajarannya. Dalam bidang biologi, saat ini terlibat dalam pengembangan kedelai tahan virus. Dalam bidang pendidikan biologi, terlibat dalam pengembangan model pembelajaran dan strategi pembelajaran yang mendorong kemampuan berpikir siswa.

Penulis 2

Nama Lengkap : Dr. Susriyati Mahanal, M.Pd
Telp Kantor/HP : 0341-512312/082143303052
E-mail : mahanals@yahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Semarang No 5 Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1984–sekarang:Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.
  2. 2010–sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2009)
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998)
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1980-1981)
  4. Sarjana Muda: Pendidikan Ilmu Hayat (1975-1978)

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Pendidikan Lingkungan Hidup sebagai Matapelajaran Muatan Lokal untuk Sekolah Dasar Kelas 1-6 (2015).
  2. Pendidikan Lingkungan Hidup untuk SMA Kelas X, Jilid 1-3 (2014).
  3. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
  4. Model dan Metode Pembelajaran SMP IPA (Kerjasama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2013).
  5. Ragam Model Pembelajaran IPA Sekolah Dasar (Kerjasama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2010).
  6. Model-Model Pembelajaran Inovatif (Portofolio Sebagai Assessment Otentik) (2007).
  7. Botani Tumbuhan Bertalus (2004).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengembangan Buku Ajar Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH) Sebagai Mata Pelajaran Muatan Lokal Pada Jenjang Pendidikan Sekolah Dasar (2013).
  2. Strategi Pengembangan Pendidikan Karakter (*Caharacter Building*) dalam Lembaga Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2012).
  3. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Kediri, Kabupaten Kediri, dan Kabupaten Ngawi (2011).

4. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Madiun, Kabupaten Madiun, dan Kabupaten Magetan (2011).
5. Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Gender terhadap Metakognisi dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA di Malang (2010).
6. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Mata Pelajaran Biologi untuk Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Terhadap Lingkungan Hidup Siswa SMA di Malang (2009).
7. Pengembangan perangkat Pembelajaran Deteksi Kualitas Sungai dengan Indikator Biologi untuk Memberdayakan Sikap Siswa SMA di Malang (2007).
8. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa MIJS Malang (2006).
9. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Berpikir Siswa SMA SMP dengan Setting Wilayah Pertanian Malang (2006).

- **Informasi Lain:**

Susriyati Mahanal, lahir 10 Agustus 1956. Menikah dan dikarunia 2 orang puteri dan 1 orang putera. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Biologi dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru sebagai instruktur. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang pendidikan biologi dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar dan asesmen, penelitian tindakan kelas, pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran biologi.

Penulis 3

Nama Lengkap` : Dr. Lia Yuliati, M.Pd
Telp Kantor/HP : 0341 552125/08156257913
E-mail : lia.yuliati.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang No 5 Malang 65145
Bidang Keahlian : Pendidikan IPA/Fisika

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**

1. 1990–1999: Dosen di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Fisika FPMIPA IKIP Medan.
2. 1999–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Pendidikan IPA-Universitas Pendidikan Indonesia (2002-2006).
2. S2: Pendidikan IPA-IKIP Bandung (1992-1995).
3. S1: Pendidikan Fisika-IKIP Bandung (1986-1990).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
  2. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan keempat) (2014).
  3. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan kedua) (2014).
  4. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kelima) (2015).
  5. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
  6. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ketiga)(2013).
  7. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan pertama) (2013).
  8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kedua) (2012).
  9. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan pertama) (2011).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Kemampuan Merancang Pembelajaran Calon Guru Fisika Berdasarkan PCK dan Kerangka Kerja TPACK (2015).
  2. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-2) (2014).
  3. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (2013).
  4. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-1) (2012).
  5. Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X-8 SMA Negeri VII Malang (2012).
  6. Peningkatan Kemampuan Pedagogik Calon Guru Fisika dengan Problem Based-Active Learning Pada Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika (2011).
  7. Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa SMP/MTS (2010).
  8. Pengembangan Paket Bahan Ajar Mata Kuliah Pengembangan Pembelajaran IPA SD Pada Program PJJ-PGSD (2009).
  9. Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Mengajar Calon Guru Fisik (2008).

- **Informasi Lain:**
  Lia Yuliati, di Sumedang, Jawa Barat, 19 Juli 1968. Menikah dan dikarunia 1 orang puteri dan 1 orang putera. Pada tahun 1990-1999 bekerja sebagai dosen di Jurusan Fisika FPMIPA IKIP Medan, dan tahun 1999 sampai sekarang bekerja di Jurusan Fisika FMIPA dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru sebagai instruktur. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang pendidikan fisika dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar dan asesmen, penelitian tindakan kelas, pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran fisika.

Penulis 4

Nama Lengkap : Drs. I Wayan Dasna, M.Si., M.Ed., Ph.D
Telp Kantor/HP : 0341 587582 / 081 233 69325
E-mail : idasna@um.ac.id
Akun Facebook : wdasna@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Semarang 5 Malang-Jawa Timur
Bidang Keahlian : Kimia dan Pembelajaran Sains

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
    1. 1988–Sekarang: Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.
    2. 2008–2012: Kepala Pusat Pengembangan Kurikulum, Pembelajaran dan Evaluasi, LP3, Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
    1. S3: Chimie Inorganique–Universite de Rennes 1–Rennes France (1998 - 2001).
    2. S2: Science Education–University of Houston – Texas USA (1995 – 1996).
    3. S2: Kimia-–ITB Bandung (1990 – 1993).
    4. S1: Pendidikan Kimia–IKIP MALANG (1983 -1988).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
    1. Inovasi Pembelajaran (2015).
    2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
    3. Penelitian Tindakan Kelas (2012).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
    1. Peningkatan kualitas hasil dan proses belajar matakuliah Kimia anorganik I dengan model pembelajaran Jigsaw termodifikasi (2011).
    2. Pengembangan bahan ajar IPA terpadu untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMP (2010).
    3. Penggunaan Model Siklus Belajar-*Group Investigation* untuk Meningkatkan Kompetesi Siswa Dalam Mempelajari Kimia di SMA Laboratorium Malang (2008).
    4. Penggunaan model pembelajaran *learning cycle*-peta konsep untuk Meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2007).
    5. Dampak instruksional penggunaan model Siklus Belajar Tipe Hipotetikal-Abduktif terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar kimia siswa SMA (2007).
    6. Penggunaan model pembelajaran *learning cycle-cooperatif learning* untuk Meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2006).

■ **Informasi Lain:**
I Wayan Dasna, lahir di Desa Abiansemal-Badung Bali tahun 1963. Menikah dan dikarunia 1 orang putra. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Kimia dan pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru (Pengembangan Karier berkelanjutan) sebagai instruktur. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang Kimia dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar, penelitian tindakan kelas, pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran dan kimia anorganik.

Penulis 5

Nama Lengkap	: Ardian Anjar Pangestuti, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP	: 085730081716
E-mail	: d_an_mgt@yahoo.com
Akun Facebook	: Ardian Anjar Pangestuti
Alamat Kantor	: Jl. Citandui No. 46 Malang
Bidang Keahlian	: Pendidikan Biologi

■ **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
1. Dosen IKIP Budi Utomo Malang (2015-sekarang).
2. Guru SMP Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang (2012-2014).

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

■ **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015).

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
1. Penerapan Model Pembelajaran Biologi berbasis *Reading-Concept Map-Teams Games Tournaments* untuk Meningkatkan Minat Baca, Kemampuan Berpikir Kritis, Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X IPA 4 SMA Laboratorium UM (2014).
2. Pengaruh Ukuran Butir terhadap Sifat dielektrik Pasir Gali dari Srono Kabupaten Banyuwangi (2011).
3. Penerapan Paduan Metode *Numbered Heads Together* dan *Student Teams Achievement Divisions* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas VIII A SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 6

Nama Lengkap : Dyne Rizki Puspitasari
Telp Kantor/HP : -
E-mail : dyne_pasundan@yahoo.com
Akun Facebook : -
Alamat Kantor : Jl. Simpang Bogor T7
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. Guru Fisika di SMAN 1 Malang (2011-2012).
  2. Guru IPA di SMP Laboratorium UM (2011-sekarang).

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2012–2014).
  2. S1: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2007–2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015)

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Penerapan *authentic assessment* dengan *feedback* untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada pembelajaran IPA kelas 8 di SMP Lab UM (2015)
  2. Pola keterampilan berpikir dan penguasaan konsep siswa pada strategi pembelajaran metakognisi berbantuan *thinking map* (2014)
  3. Peningkatan kemampuan berpikir siswa melalui pembelajaran berbasis inkuiri dengan model pencapaian konsep di kelas VIIA SMP Negeri 4 Malang (2011)

Penulis 7

Nama Lengkap : Hamim Thohari Mahfudhillah
Telp Kantor/HP : 085646738422
E-mail : hamimtm@gmail.com
Akun Facebook : www.facebook.com/hamim.vls
Alamat Kantor : -
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. Tentor Biologi di BMB Air-Langga (2013-2015)
  2. Guru Biologi SMAN 1 Kepanjen (2013)
  3. Guru Biologi SMA Islam Kepanjen (2015)

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014–2017).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010–2014).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Pedoman Pengembangan Model Kampung Organik (2016).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015).
  3. Pengelolaan Sampah Berbasis 6M Modul Pendukung untuk Sekolah Adiwiyata (2013).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengembangan modul Program Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) berbasis projek dan pengaruhnya terhadap sikap peduli lingkungan, keterampilan memecahkan masalah, dan keterampilan berkolaborasi siswa SMAN 1 Kepanjen (2016).
  2. Pengembangan modul sebagai solusi mengoptimalkan Program Kawasan Rumah Pangan Lestari, meningkatkan sikap peduli lingkungan, dan keterampilan memecahkan masalah siswa (2016).
  3. Implementasi model pembelajaran remap coople teams games tournament pada matakuliah pengantar pendidikan untuk meningkatkan kemampuan kognitif, motivasi, dan keterampilan komunikasi mahasiswa s1 pendidikan biologi (2015).
  4. Pengembangan media genetic box pada materi genetika kelas XII (2014).

Penulis 8

Nama Lengkap : Alifa Robitah
Telp Kantor/HP : 085736017813
E-mail : alifarobitah@gmail.com
Akun Facebook : Alifa Robitah
Alamat Kantor : Jl. Argopuro Gg.VII Situbondo
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. Dosen STKIP PGRI Situbondo (2015-sekarang).
  2. Guru SMA Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang (2011-2014).

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015)

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi berbasis Inkuiri dan *Creative Problem Solving* (CPS) terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif, Keterampilan Proses Ilmiah dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X (2014).
  2. Pengembangan Perangkat Penilaian Kinerja Laboratorium (*Laboratory Performance Assesment*) Matapelajaran Biologi Kelas VIII SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 9

Nama Lengkap : Zenia Lutfi Kurniawati
Telp Kantor/HP : 081217708485/085785757183
E-mail : zeniakurniawati2211@gmail.com
Akun Facebook : Jeje Zenia
Alamat Kantor :
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2009-2013).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  Pengembangan Media "Nefron" pada Materi Sistem Ekskresi sebagai Media Pembelajaran Kelas XI SMA (2013).

Penulis 10

Nama Lengkap :Fatia Rosyida, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0356329121/085730710364
E-mail : fatiarosyida9392@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Mondokan No 1 Tuban
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  Guru di SMAN 4 Tuban (2017-sekarang)

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map-Timed Pair Share* dan Kemampuan Akademik Berbeda terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X MIA SMA Negeri Batu (2016).
  2. Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
  3. Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
  4. Kemampuan Bertanya dan Berpendapat Siswa SMA Negeri Batu Pada Mata Pelajaran Biologi (2015).
  5. Pengaruh Pembelajaran *Search Solve Create and Share* (SSCS) terhadap Motivasi, Hasil Belajar, dan Retensi Siswa Kelas X SMA (2014).

Penulis 11

Nama Lengkap : Mar'atus Sholihah, S.Pd, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0342-441597/085755473825
E-mail : maratussholihah11292@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Nyiur Bcem Sutojayan Blitar
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  Guru di MTs-MA Sirojut Tholibin Bacem Sutojayan Blitar (2016-sekarang)

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X di SMA Negeri Kota Batu (2016).
  2. Memberdayakan Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) (2016).
  3. *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa (2016).
  4. Keterampilan Metakognitif Siswa SMA Negeri Batu pada Mata Pelajaran Biologi (2015).
  5. Penerapan Model Pembelajaran *Quantum Teaching* dipadu dengan *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA di SMAN 8 Malang (2014).

Penelaah 1

Nama Lengkap : Ana Ratna Wulan
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP : 022-2001937
E-mail : ana_ratna_upi@ahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Pendidikan Indonesia Dr. 2007
2. S2: Universitas Pendidikan Indonesia M.Pd. 2003
3. S1: Universitas Pendidikan Indonesia S.Pd. 1998

Penelaah 2

Nama Lengkap : Herawati Susilo
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP : 0341-562180/ 08123271741
E-mail : herawati.susilo.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang No. 5, Kota Malang

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: University of Iowa USA Ph.D. 1987
2. S2: University of Iowa USA M.Sc. 1984
3. S1: IKIP Malang Dra. 1978

Penelaah 4

Nama Lengkap : Dadan Rosana
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Bidang Keahlian : Pendidikan IPA
Telp Kantor/HP : 081392859303
E-mail : danrosana@uny.ac.id
Alamat Kantor : Jl Colombo No. 1, Kec. Depok, Kota Yogyakarta

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Negeri Yogyakarta Dr. 2008
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 1997
3. S1: IKIP Bandung S.Pd. 1992

Penelaah 5

Nama Lengkap : Enny Ratnaningsih
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Bandung
Bidang Keahlian : Kimia
Telp Kantor/HP : (+62) 22[2502103] ext: 2205
E-mail : enny@chem.itb.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Ganesha No. 10 Bandung

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Monash University Dr. 1991
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 1987
3. S1: Institut Teknologi Bandung S.Si. 1983

Penelaah 6

Nama Lengkap : Maria Paristiowati
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Jakarta
Bidang Keahlian : Pendidikan Kimia
Telp Kantor/HP : 021-4896669
E-mail : maria.paristiowati@unj.ac.id/
maria.Paristiowati@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun, Jakarta Timur

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Negeri Jakarta Dr. 2015
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 2001

Penelaah 7

Nama Lengkap	: Ahmad Mudzakir
Perguruan Tinggi	: Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian	: Kimia
Telp Kantor/HP	: 022-2000579/ 085221068479
E-mail	: zakir66@upi.edu
Alamat Kantor	: Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1.	S3: Otto-von-Guericke Universität Magdeburg Germany	Dr.	2004
2.	S2: Universitas Gadjah Mada Jogyakarta	M.Si.	1997
3.	S1: IKIP Bandung	S.Pd.	1990

Editor

Nama Lengkap	: Renni Diastuti, M.Si
Telp Kantor/HP	: 3804228/081399423047
E-mail	: rennie_dt@yahoo.com
Alamat Kantor	: Jl. Gunung Sahari Raya No. 4
Bidang Keahlian	: Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2006 - 2011 : Staf Bidang Pendidikan Khusus, Pusat Kurikulum, Balitbang, Kemdikbud
  2. 2011- 2015 : Staf Bidang Kurikulum dan Perbukuan Pendidikan Dasar di Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud
  3. 2016 - sekarang: Staf Bidang Kurikulum di Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pascasarjana/Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia (2004 -2007)
  2. S1: FMIPA1995) /Biologi/Mikrobiologi/IPB (1988-1995)

- **Judul Buku yang Pernah Diedit (10 Tahun Terakhir):**
  1. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Siswa Kelas VII, Cetakan Ke-1, 2013
  2. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Guru Kelas VII, Cetakan Ke-1, 2013
  3. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Siswa Kelas VIII, Cetakan Ke-1, 2014
  4. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Guru Kelas VIII, Cetakan Ke-1, 2014
  5. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Siswa Kelas IX, Cetakan Ke-1, 2015
  6. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Guru Kelas IX, Cetakan Ke-1, 2015

Daftar Pustaka

Agarwal, V., Hans, N. dan Messerli, F.H., 2013, Effect of Allopurinol on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-Analysis, *The Journal of Clinical Hypertension*, 5(6), 435-442.

Axelrood, P. dkk. 2005. *"Physical Changes to Matter"*, dalam *Matter. Scientist in Residence Program*.

Berwald, J. dkk. 2007. *Focus on Life Science Grade 7*. Ohio : McGraw-Hill Companies.

Campbell, N.A., Reece. J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. 2008. *Biology 8th edition*. USA: Pearson Education, Inc.

Cullen, J. Tanpa tahun. *Student Laboratory Notebook 2nd Edition Junior Certificate Science Solutions*.

Dimitri, Paul. dkk. 2007. *Rickets*. Elcevier Ltd.

Dingrando, L. dkk. 2007. *Focus on Physical Science*. New York: McGraw–Hill Companies

Dwidjoseputro. 1986. *Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Erlangga.

Eddleman, S. 2007. *CPO Focus on Life Science*. New Hampsire: Delta Education LLC.

Feather, R. M., dan Zike, D. 2005. *Astronomy*. Ohio : McGraw-Hill Companies.

Gartner, Leslie P. 2005. *Color Atlas of Histology 4th Edition*. USA: Lippincott Williams & Wilkins

Gembong, T. 2005. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.

Harter, P. dkk. 1996. *Life Science*. USA: La Alameda Press.

Laporan kontrol peredaran Narkotika Internasional Maret 2013. *International Narcotics Control Strategy Report Volume I Drug and Chemical Control*. United State.

Lee, B. H. 2013. *Real Science Odyssey Biology 2 Teacher Guide*. USA: Pandia Press

Longhurst, M. L. Tanpa tahun. *The Search for Water Cycle Teacher's Edition*.

Mader SS, Longenbaker S. 2004. *Understanding Human Anatomy & Phisiology 5th ed*. New York: McGraw Hill Companie

Malcome. 1990. *Ringkasan Biologi*. Bandung: Ganeca Exact

Marieb, E.N. & Hoehn, K., 2012. *Human Anatomy and Physiology*. San Francisco: Pearson.

Mulyaningsih, F. 2008. *Mencegah dan Mengatasi Osteoporosis dengan Berolahraga*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Nelson, P. C. 2002. *Biological Physics: Energy, Information, Life*. www. physics.upenn.edu/~pcn/

Parravano, C. dkk. 2006. *BSCS Biology A Molecular Approach*. Ohio: McGraw-Hill Companies.

Pradhan, B. dkk. 2012. *Teacher's Manual Class VI*. Bhutan: Department of Curriculum Research and Development, Ministry of Education.

Purjiyanta, E. dkk. 2007. *IPA Terpadu untuk SMP Kelas VIII*. Jakarta: Erlangga.

Rahman. 2013 *Nutrisi dan Energi Tumbuhan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Raven, P.H., Johnson, G.B., Losos, J.B., and Singer, S.R., 2008. Biology Seventh Editition. Higher Education. San Fancisco.

Reece, Jane B. dkk. 2012. *Biology 7th Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings

Russell, A. 2004. *Primary Science for the Caribbean*. Cheltenham: Nelson Thornes Ltd.

Saxena, M.S. dkk. 2012. *Science Class 10*. Bhopal: Madhya Pradesh Rajya Shiksha Kendra.

Shier, D. dkk. 2010. *Hole's Human Anatomy & Physiology 12th Edition*. New York: McGraw–Hill Companies.

Simmons, N. 2004. *Science Success: Teacher Guide Supporting Student Science Fair projects*. Bay Area Science and Enggineering Fair (BASEF).

Singh, V.P. dkk. tanpa tahun. L*earning by Doing Science Activity Book Class VIII*. Delhi: Central Board of Secondary Education.

Spice, J. E. dkk. 1972. *Physical Science Teachers' Guide The Basic Course Sections 1 to 7*. Harmondsworth: Penguin Books.

Sulisetijono. dkk. 2014. *Bahan Ajar Struktur dan Perkembangan 1*. Malang: Universitas Negeri Malang

Tim Penulis. 2002. *Physics*. Busch Garden.

Tim Penulis. 2003. *Andrew Lost Science Resource Kit*. Random House Children's Books

Tim Penulis. 2003. *BSCS Biology A Human Approach Second Edition*. Lowa: Kendall/ Hunt Publishing Company.

Tim Penulis. Tanpa tahun. *FitzSimons Wood*. Comhairle Contae County Council.

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Glencoe Chemistry Matter and Change*. Ohio: McGraw-Hill Companies

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Life Science*. Houston: Arte Publico Press.

Tim Penulis. Tanpa Tahun. *Life Science*. Ohio : McGraw-Hill Companies.

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Reading Essentials for Biology an Interactive Student Textbook*. Ohio: McGraw-Hill Companies.

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Science Notebook Life Science*. Ohio: McGraw-Hill Companies.

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Young Scientist Activity Book Class VIII Sample Page*s. Edu Heal Foundation Learning for Life.

Tortora, G. J, Funke, B. L, Berdell, R., Case, C. L. 2010. *Microbiology an Introduction 10th Edition*. New York: Pearson Education.

UU No.35 Tahun 2009 tentang Narkotika.

Wardlaw, Gordon M. dan Jeffrey S. Hampl. 2007. *Perspective in Nutrition*. New York: Mc GrawHills Company.

Zink-Sharp, Audrey. 2008. *Wood Magic. Virginia: Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences,* Virginia Polytechnic Institute ang State University.

Website

www.aleqt.com, diunduh pada tanggal 24 Juli 2015

www.billetboard.com, diunduh pada tanggal 11 Agustus 2015

www.devianart.net, diunduh pada tanggal 18 Agustus 2015

www.corporate-ir.net, diunduh pada tanggal 12 Desember 2015

www.dietrendahkalori.com, diunduh pada tanggal 19 Agustus 2015

www.doctorspiller.com, diunduh pada tanggal 19 Agustus 2015

www.drugline.org, diunduh pada tanggal 12 Desember 2015

www.en.wikipedia.org, diunduh pada tanggal 17 Juli 2015

www.espn.go.com, diunduh pada tanggal 24 Juli 2015

www.fehv.org, diunduh pada tanggal 19 Agustus 2015

www.fescenter.org, diunduh pada tanggal 12 Desember 2015

www.flyandsea.com, diunduh pada tanggal 17 Juli 2015

www.golftips.golfsmith.com, diunduh pada tanggal 24 Juli 2015

www.jabar.pojoksatu.id, diunduh pada tanggal 21 November 2015

www.improvehealthcare.org, diunduh pada tanggal 21 November 2015

www.indonesian.alibaba.com, diunduh pada tanggal 18 Agustus 2015

www.lh5.ggpht.com, diunduh pada tanggal 24 Juli 2015

www.menshealth.com, diunduh pada tanggal 19 Agustus 2015
www.naranorthwest.org, diunduh pada tanggal 21 November 2015
www.ninnescahlife.wichita.edu, diunduh pada tanggal 17 Juli 2015
www.pennmedcine.org, diunduh pada tanggal 12 Desember 2015
www.protist.i.hosei.ac.jp, diunduh pada tanggal 17 Juli 2015
www.solarivy.com, diunduh pada tanggal 18 Agustus 2015
www.telegraph.co.uk, diunduh pada tanggal 11 November 2015
www.thehousefactory.com, diunduh pada tanggal 19 Agustus 2015
www.theoakstreatment.com, diunduh pada tanggal 11 November 2015
www.wallpaperup.com, diunduh pada tanggal 17 Juli 2015
www. webmd.com, diunduh pada tanggal 12 Desember 2015
www.wisegeek.org, diunduh pada tanggal 19 Agustus 2015

Glosarium

A

Absorpsi Penyerapan bahan makanan

Airfoil Bentuk dari suatu sayap pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat (lift) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran udara

Akar tunggang Akar vertikal utama yang berkembang dari akar embrionik dan memunculkan akar cabang

Akar Organ tumbuhan vaskuler yang menambatkan dan memungkinkan tumbuhan untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah

Amfiartrosis Sendi yang dapat digerakkan namun terbatas

Amilase Enzim untuk mencerna amilum

Amilum Pati, merupakan gabungan (polimer) glukosa

Anatomi Struktur suatu organisme dan ilmu yang mempelajari hal tersebut

Anemia Gangguan yang disebabkan karena kekurangan hemoglobin atau kekurangan sel darah merah

Angiospermae Tumbuhan berbunga, yang membentuk biji di dalam ruang pelindung yang disebut dengan ovarium

Antasida Obat mag yang menetralkan pH dalam lambung

Anus Tempat keluarnya feses

Aquaporin Saluran (protein kanal) yang hanya dapat dilewati oleh air, sehingga partikel lain tidak dapat masuk

Arteri Pembuluh yang membawa darah keluar dari jantung ke organ-organ di seluruh tubuh

Asam amino Senyawa organik yang mengandung gugus amino

Atrium Ruang jantung yang menerima darah dari vena dan mentransfer darah ke ventrikel

Avitaminosis Kekurangan vitamin pada tubuh

B

Batang Organ tumbuhan vaskuler yang terdiri atas sistem ruas dan buku yang saling bergantian, menyokong dan struktur reproduksi

Benedict Reagen untuk menguji keberadaan gula

Bidang miring Bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memperkecil gaya kuasa

Biuret Reagen untuk menguji keberadaan protein

C

Camilan Makanan kecil, makanan yang ada di antara dua waktu makan

D

Darah Jaringan ikat dengan matriks cair yang disebut plasma tempat sel darah merah, sel darah putih, dan fragmen sel yang disebut platelet tersuspensi

Daun Organ fotosintetik utama dari tumbuhan vaskuler

Daya Besar energi yang dipergunakan dalam setiap detik, sehingga dapat ditentukan dengan cara membagi besar usaha dengan selang waktunya

Defekasi Proses pengeluaran sisa pencernaan

Depresan Zat adiktif yang dapat menghambat aktivitas sistem saraf pusat atau fungsi organ tubuh lainnya

diabetes mellitus Kelainan endokrin dengan gejala berupa ketidakmampuan untuk mempertahankan kadar glukosa, ditandai dengan adanya glukosa pada urine

diare Penyakit pada saluran usus besar yang disebabkan oleh infeksi bakteri dan Protozoa, seperti *Entamoeba coli*

diartrosis Sendi yang dapat digerakkan dengan bebas

digesti Proses pencernaan bahan makanan

dikotil Tumbuhan berbunga yang memiliki dua daun lembaga, dua kotiledon

Duodenum Usus 12 jari; usus yang terletak antara lambung dengan jejunum

E

Ekskresi Pengeluaran sisa metabolisme

Empedu Zat yang dihasilkan oleh hati untuk mencerna lemak

Empulur Jaringan dasar yang terletak di sebelah dalam jaringan vaskuler pada batang, pada banyak akar monokotil, sel-sel parenkim yang membentuk bagian pusat silinder vaskuler

Emulsi Kondisi lemak yang larut dalam air

Endodermis Lapisan dalam yang berperan dalam pengaturan air dan mineral dari korteks ke silinder pusat

Endonom Gerak yang terjadi akibat rangsangan yang berasal dari dalam sel atau tubuh tumbuhan

Energi Kemampuan untuk melakukan kerja

Enzim Protein kompleks yang berperan untuk mempercepat reaksi dalam tubuh

Epidermis Lapisan terluar dari tumbuhan yang terdiri atas sel-sel yang tersusun rapat

Epiglotis Pangkal faring terdapat katup pernapasan, berfungsi untuk menutup ujung saluran pernapasan (laring) agar makanan tidak masuk ke saluran pernapasan

Eritrosit Sel darah yang mengandung hemoglobin, yang mengangkut oksigen; disebut juga sel darah merah

Esionom Gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari luar tubuh tumbuhan (lingkungan sekitar)

Essen Pemberi aroma yang merupakan senyawa sintetis

Faring Saluran yang memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan (esofagus)

Fehling A dan B Reagen untuk menguji keberadaan gula

Fermentasi Pembentukan alkohol dari glukosa melalui mikroorganisme dalam keadaan anaerob

Feses Zat buangan dari saluran pencernaan

Fisiologi Berbagai proses dan fungsi dari organisme, serta ilmu yang mempelajari hal tersebut

Floem Jaringan pembuluh vaskuler yang terdiri atas sel-sel hidup yang tersusun menjadi saluran-saluran memanjang yang mengangkut gula dan nutrisi organik lain ke seluruh bagian tumbuhan

Fotoreseptor Reseptor elektromagnetik yang mendeteksi radiasi yang dikenal sebagai cahaya tampak

Fotoresistor Resistor atau hambatan listrik yang dapat diubah nilai hambatannya melalui penyinaran cahaya

Fotosintesis Perubahan energi cahaya menjadi energi kimia yang disimpan dalam gula dan senyawa-senyawa organik lainnya, terjadi pada tumbuhan, alga, dan prokariot tertentu

Ganja Tanaman setahun yang mudah tumbuh, merupakan tumbuhan berumah dua (pohon yang satu berbunga jantan, yang satu berbunga betina), pada bunga betina terdapat tudung bulu-bulu runcing mengeluarkan damar yang kemudian dikeringkan, damar dan daun mengandung zat narkotik aktif, terutama tetrahidrokanabinol yang dapat memabukkan, sering dijadikan ramuan tembakau untuk rokok

Gastritis Penyakit yang menyebabkan terjadinya peradangan atau iritasi pada lapisan lambung.

Gaya Tarikan atau dorongan yang dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda

Gerak lurus Gerak yang lintasannya lurus

Getah lambung Cairan yang keluar dari lambung

Gymnospermae Tumbuhan vaskuler yang memiliki biji telanjang, biji tidak terbungkus dalam ruang khusus (berbiji terbuka)

Gliserol Cairan kental tidak berwarna dan tidak berbau, rasanya manis dapat bercampur dengan air dan alkohol yang diperoleh dari lemak hewani atau nabati atau dari fermentasi glukosa

***Global Positioning System* (GPS)** Alat untuk menginformasikan letak, kecepatan, arah, dan waktu secara akurat

Gula Pemanis biasanya berbentuk kristal, terbuat dari tebu, aren, atau nyiur

Halusinogen Zat adiktif yang memberikan efek halusinasi atau khayal

HCl Asam klorida; Asam yang dikeluarkan oleh lambung

Hemofilia Gangguan atau kelainan turunan akibat terjadinya mutasi atau cacat pada kromosom X

Hemoglobin Protein yang mengandung besi dalam sel darah merah yang berikatan dengan oksigen

Hepatitis Penyakit peradangan pada hati

Heroin Bubuk kristal putih yang dihasilkan dari morfin; jenis narkotik yang amat kuat sifat mencandukannya (memabukkannya)

Higroskopis Gerak tumbuhan yang terjadi akibat perubahan kadar air di dalam sel secara tidak merata

Hipertensi Gangguan yang disebabkan karena arteriosklerosis (pengerasan pembuluh darah), obesitas (kegemukan), kurang olahraga, stres, mengonsumsi minuman beralkohol atau yang banyak mengandung garam, lemak, dan kolesterol. Hipertensi juga dikenal sebagai tekanan darah tinggi, terjadi jika tekanan darah di atas 120/80 mmHg

Hipotensi Gangguan yang terjadi apabila tekanan darah kurang dari 120/80 mmHg. Hipotensi disebut juga dengan tekanan darah rendah. Orang yang mengalami tekanan darah rendah umumnya akan mengeluhkan keadaan sering pusing, sering menguap, penglihatan terkadang dirasakan kurang jelas (berkunang-kunang) terutama sehabis duduk lama lalu berjalan, mengeluarkan keringat dingin, merasa cepat lelah tak bertenaga, sering pingsan, detak/denyut nadi lemah, dan tampak pucat

Hormon Bahan bentuk cair yang dikeluarkan tubuh untuk merangsang sel, organ, atau suatu sistem dalam tubuh agar aktif bekerja

I

Ileum Usus penyerapan; usus yang terletak antara jejunum dan kolon

Imunitas Daya tahan tubuh

Inersia Kecenderungan benda untuk tetap mempertahankan keadaan diam atau geraknya

Ingesti Proses memasukkan bahan makanan

Insulin Hormon yang dipakai untuk menurunkan gula darah

J

Jantung koroner Salah satu penyebab utama terjadinya kematian, terjadi jika arteri koronaria tidak dapat menyuplai darah yang cukup ke otot-otot jantung

Jantung Pompa berotot yang menggunakan energi metabolik untuk meningkatkan hidrostatik cairan sirkulasi. Cairan kemudian mengalir menuruni gradien tekanan melalui seluruh tubuh dan akhirnya kembali ke jantung

Jarak Panjang lintasan yang ditempuh

Jaringan dewasa Berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder, yang telah mengalami diferensiasi.

Jaringan meristem Jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis

Jaringan Kelompok sel yang terintegrasi dengan kesamaan fungsi, struktur, atau keduanya

Jejunum Usus kosong; usus yang terletak antara duodenum dan ileum

K

Kafein Bahan kimia dalam kopi

Kalium iodida Reagen untuk menguji keberadaan amilum

Kalori Satuan panas yang menyatakan jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 g air setinggi satu derajat Celsius

Kandung empedu Organ tubuh yang menyimpan cairan empedu

Karbohidrat Senyawa organik karbon, hidrogen, dan oksigen,

terdiri atas satu molekul gula sederhana atau lebih yang merupakan bahan makanan penting dan sumber tenaga

Karbon Unsur bukan logam, zat arang

Karies gigi Kerusakan gigi akibat infeksi bakteri yang merusak lapisan gigi sehingga merusak struktur gigi

Kecepatan Perpindahan gerak benda tiap waktu

Kelajuan Jarak tempuh benda tiap waktu

Kerongkongan Jalan makanan dari mulut ke lambung

Kimus Bahan seperti bubur yang ada dalam saluran pencernaan

Klorofil Pigmen hijau yang terletak di dalam kloroplas tumbuhan dan alga, berperan langsung dalam proses fotosintesis yang mengubah energi matahari menjadi energi kimiawi

Kloroplas Organel yang ditemukan pada tumbuhan yang menyerap dan menggunakan cahaya matahari untuk mendorong sintesis senyawa-senyawa organik dari karbon dioksida dan air

Kolesterol Lemak serupa alkohol yang ada dalam tubuh manusia dan hewan, terutama di sel saraf dan otak

Kolon asendens Bagian usus besar yang naik

Kolon desendens Bagian usus besar yang turun

Kolon transversum Bagian usus besar yang mendatar

Konstipasi Kondisi feses keras atau kering sehingga sulit dikeluarkan

Korteks Jaringan dasar pada tumbuhan yang terletak di antara jaringan vaskuler dan jaringan dermis pada akar dan batang

L

Lemak Zat minyak yang menempel pada daging

Leukemia Gangguan yang dimulai terbentuknya sel-sel kanker pada sumsum tulang dan mengakibatkan terbentuknya leukosit (sel darah putih) abnormal dalam jumlah yang sangat besar. Leukemia juga dikenal sebagai kanker darah

Leukosit Sel darah yang memiliki bentuk yang tidak tetap atau bersifat ameboid dan mempunyai inti

Lipase Enzim pencerna lemak

LSD Obat keras yang sangat kuat untuk menciptakan halusinasi

Lugol Reagen untuk menguji keberadaan amilum

M

Makan Memasukkan bahan makanan ke dalam mulut, mengunyah, dan menelannya

Makanan Segala sesuatu yang dapat dimakan

Meristem Jaringan tumbuhan yang tetap embrionik sepanjang hidup tumbuhan, bagian dari tumbuhan yang terus aktif membelah

Mesofil Jaringan dasar daun, diapit di antara epidermis atas dan bawah, yang memiliki fungsi sebagai organ fotosintesis

Metabolisme Keseluruhan reaksi kimia suatu organisme, terdiri atas jalur katabolik dan jalur anabolik yang mengatur material dan sumber energi sel

Mikroorganisme Organisme yang berukuran mikro atau kecil

Millon Reagen untuk menguji keberadaan amilum

Mineral Benda padat homogen bersifat tak organis yang terbentuk secara alamiah dan mempunyai komposisi kimia tertentu, jumlahnya sangat banyak, misal tembaga, emas, dan intan

Monokotil Tumbuhan berbunga yang memiliki satu daun lembaga atau satu kotiledon

Monosodium glutamat (MSG) Bahan serbuk yang berfungsi menambah cita rasa

Morfologi Bentuk kenampakan luar suatu organisme

Mortar dan alu (*pestle*) Ulekan, tempat dan batang untuk melumatkan bahan

N

Narkotika Obat untuk menenangkan saraf, menghilangkan rasa sakit, menimbulkan rasa mengantuk, atau merangsang

Nasti Gerakan yang dilakukan oleh tumbuhan tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang

Neurotransmitter Senyawa kimia yang berfungsi untuk mentransfer impuls pada sistem saraf

Nikotin Zat racun dalam tembakau yang dapat menyebabkan ketagihan

Nutrisi Makanan bergizi

Obesitas Penyakit kegemukan, penimbunan lemak yang berlebihan pada badan

Opium Getah buah *Papaver sommiferum* yang belum masak yang dikeringkan (mempunyai daya memabukkan dan membius, biasanya dimakan atau diisap dengan pipa)

Organ Pusat terspesialisasinya dari fungsi tubuh yang tersusun atas beberapa jenis jaringan yang berbeda

Osifikasi Proses perubahan tulang rawan menjadi tulang keras

Osteoblas Sel-sel pembentuk tulang

Otot jantung Jenis otot yang membentuk dinding kontraktil jantung. Sel-selnya digabungkan oleh cakram interkalar yang menghantarkan setiap detak jantung

Otot polos Otot yang berbentuk gelendong, terletak pada organ dalam

Otot rangka Otot yang umumnya bertanggung jawab atas pergerakan sadar tubuh; disebut juga otot lurik

Pencernaan kimiawi Pencernaan yang mengubah sifat kimia bahan makanan dengan enzim

Pencernaan mekanis Pencernaan yang mengubah bentuk fisik bahan makanan

Pengawet Zat aditif yang ditambahkan pada makanan atau minuman yang berfungsi untuk menghambat kerusakan makanan atau minuman

Pengungkit Jenis pesawat sederhana yang berfungsi untuk mengungkit

Pepsin Enzim yang mencerna protein menjadi pepton

Periosteum Membran yang menempel dengan kuat pada permukaan tulang. Membran itu disebut periosteum. Pada periosteum terdapat pembuluh-pembuluh darah kecil yang berfungsi membawa zat-zat makanan ke dalam tulang

Peristaltik Gelombang kontraksi berturut-turut pada saluran pencernaan

Permitted colour Pewarna yang telah melalui pengujian keamanan dan yang diizinkan pemakaiannya untuk makanan dan minuman

Perpindahan Jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda, atau dengan kata lain perpindahan merupakan jarak lurus resultan dari posisi awal sampai posisi akhir

Pesawat sederhana Alat-alat yang dapat memudahkan manusia dalam menjalankan aktivitas

Pewarna alami Bahan pewarna yang langsung diambil dari alam

Pewarna buatan Bahan pewarna yang dibuat di pabrik dengan proses tertentu

Pewarna cat Bahan pewarna yang dipakai untuk membuat cat

Pewarna tekstil Bahan pewarna yang dipakai pada produk-produk tekstil/sandang

Plasma darah Cairan ekstraseluler yang mengandung zat-zat terlarut, tersusun atas 91,5% air (H_2O) dan 8,5% zat-zat terlarut, terutama protein

Protein hewani Protein yang berasal dari hewan

Protein nabati Protein yang berasal dari tumbuhan

Protein Kelompok senyawa organik bernitrogen yang rumit dengan bobot molekul tinggi yang sangat penting bagi kehidupan

Psikotropika Zat atau obat, baik alamiah maupun sintetis dan bukan narkotika yang dapat menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku

R

Rambut akar Penjuluran kecil sel epidermis akar, yang berfungsi meningkatkan luas permukaan untuk penyerapan air dan mineral

Rangka Kumpulan tulang-tulang yang terdapat pada tubuh manusia

Reagen Bahan yang dipakai dalam reaksi kimia

Rektum Tempat feses yang siap dikeluarkan

Renin Enzim pencerna kasein pada susu

S

Sabu-sabu Bahan kimia untuk menciptakan halusinasi

Saliva/air liur Cairan yang dihasilkan oleh kelenjar ludah yang berfungsi membantu proses pencernaan dalam mulut

Sel Unit struktural dan fungsional terkecil dari makhluk hidup

Selulosa Polimer glukosa yang banyak ditemukan pada dinding sel tumbuhan

Serat Sel atau jaringan serupa benang atau pita panjang, berasal dari hewan atau tumbuhan (ulat, batang pisang, daun nanas, kulit kayu, dan sebagainya), digunakan untuk membuat kertas, tekstil, dan sikat

Sinartrosis Sendi yang tidak dapat digerakkan

Solar cell Alat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik atau yang dikenal sebagai panel surya

Stele Jaringan vaskuler dari batang atau akar

Stimulan Zat adiktif yang dapat meningkatkan aktivitas sistem saraf pusat atau fungsi organ tubuh lainnya, seperti meningkatkan detak jantung, laju pernapasan, dan tekanan darah

Stomata Modifikasi epidermis yang merupakan celah sebagai tempat pertukaran gas antara lingkungan dan bagian dalam tumbuhan

Streamline Bentuk tubuh untuk mempermudah hewan atau benda bergerak di udara atau di air dengan menyesuaikan aliran udara atau air

Stroke Serangan otak biasanya disertai dengan kelumpuhan

T

Tabung reaksi Silinder kaca untuk tempat reaksi kimia

Taksis Gerak pindah tempat seluruh bagian tumbuhan yang arahnya dipengaruhi oleh sumber rangsangan

Tar Komponen dalam asap rokok yang tinggal sebagai sisa sesudah dihilangkannya komponen nikotin dan cairan, bersifat karsinogenik

Termometer Alat pengukur suhu

Thalasemia Kelainan genetik yang ditandai dengan bentuk eritrosit yang tidak beraturan

Tripsin Enzim pencerna protein

Trombosit Sel darah yang memiliki bentuk beraneka ragam, yaitu bulat, oval, memanjang, tidak berinti, bergranula, yang berfungsi untuk proses pembekuan darah

Tropisme Gerak tumbuhan yang arah geraknya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang dari luar

U

Urine Sisa ekskresi yang dikeluarkan melalui ginjal

Usaha Besarnya energi yang digunakan gaya untuk memindahkan suatu benda

Usus besar Bagian usus yang mengatur kadar air pada feses

Usus buntu Bagian usus yang berujung buntu

Usus kecil/usus halus Bagian pencernaan yang berfungsi menyerap sari-sari makanan

V

Vanili Tanaman menjalar yang berbiji harum, dipakai untuk memberi aroma makanan

Varises Suatu keadaan dimana pembuluh darah balik (vena) mengalami pelebaran dan terpuntir

Vena Pembuluh yang membawa darah dari organ-organ di seluruh tubuh menuju jantung

Ventrikel Ruang jantung yang memompa darah keluar dari jantung

Vili Tonjolan-tonjolan pada usus halus

Vitamin Zat penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan

Xilem Jaringan tumbuhan vaskuler yang terutama terdiri atas sel-sel mati berbentuk tabung yang mengantarkan sebagian besar air dan mineral dari akar ke atas, ke seluruh tubuh tumbuhan

Z

Zat adiktif Bahan yang dapat menimbulkan kecanduan bagi pemakainya

Zat aditif Bahan tambahan pada makanan

Indeks

K

L

M

N

P

R

Catatan

Lawan Narkoba dengan
Berprestasi di Sekolah!
Say No to Drug!